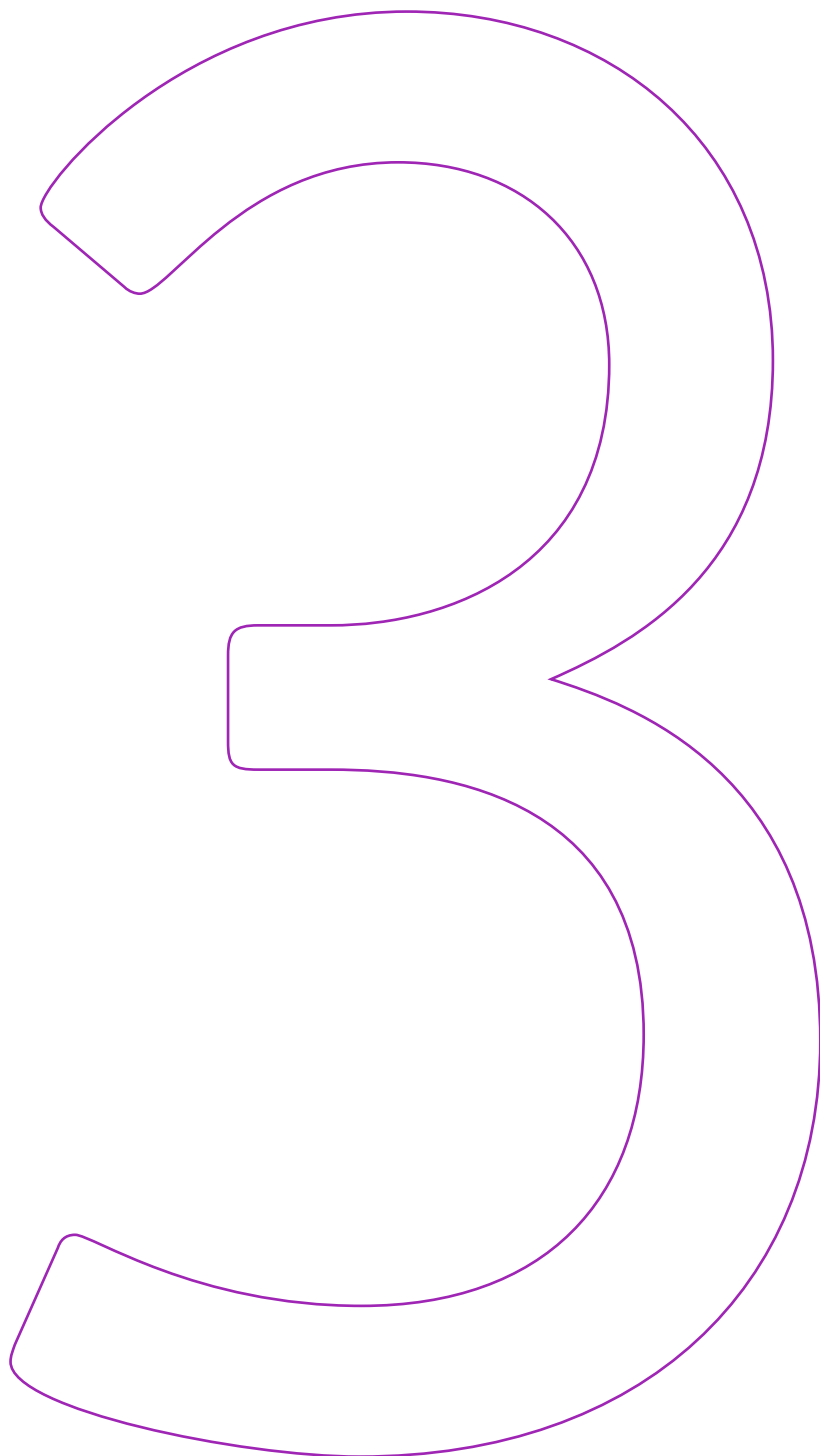


# Química

Programa de Estudio | Actualización 2009

Tercer año medio

Ministerio de Educación



QUÍMICA  
Programa de Estudio  
Tercero medio  
Primera edición: enero de 2015

Decreto Supremo de Educación n° ...../2014

Unidad de Currículum y Evaluación  
Ministerio de Educación de Chile  
Avenida Bernardo O'Higgins 1371  
Santiago de Chile

ISBN

# Índice

<b>Presentación</b>	<b>4</b>	
<b>Nociones básicas</b>	<b>6</b>	Aprendizajes como integración de conocimientos, habilidades y actitudes
	<b>8</b>	Objetivos Fundamentales Transversales
	<b>9</b>	Mapas de Progreso
<b>Consideraciones generales para implementar el Programa</b>	<b>12</b>	
<b>Orientaciones para planificar</b>	<b>18</b>	
<b>Orientaciones para evaluar</b>	<b>22</b>	
<b>Química</b>	<b>26</b>	Propósitos
	<b>27</b>	Habilidades
	<b>30</b>	Orientaciones didácticas
	<b>35</b>	Orientaciones específicas de evaluación
<b>Visión global del año</b>	<b>40</b>	
<b>Semestre 1</b>	<b>42</b>	Unidad 1. Termoquímica
	<b>55</b>	Unidad 2. Termodinámica
<b>Semestre 2</b>	<b>72</b>	Unidad 3. Cinética química
	<b>86</b>	Unidad 4. Equilibrio químico
<b>Bibliografía</b>	<b>101</b>	
<b>Anexos</b>	<b>109</b>	

# Presentación

*El Programa es una propuesta para lograr los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios.*

El Programa de Estudio ofrece una propuesta para organizar y orientar el trabajo pedagógico del año escolar. Esta propuesta pretende promover el logro de los Objetivos Fundamentales (OF) y el desarrollo de los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) que define el Marco Curricular<sup>1</sup>.

La ley dispone que cada establecimiento puede elaborar e implementar sus propios Programas de Estudio, una vez que estos hayan sido aprobados por parte del Mineduc. El presente Programa constituye una propuesta para aquellos establecimientos que no cuentan con uno propio.

Los principales componentes que conforman esta propuesta son:

- › Una especificación de los aprendizajes que se deben lograr para alcanzar los OF y los CMO del Marco Curricular, lo que se expresa mediante los Aprendizajes Esperados<sup>2</sup>.
- › Una organización temporal de estos aprendizajes en semestres y unidades.
- › Una propuesta de actividades de aprendizaje y de evaluación, a modo de sugerencia.

Además, se presenta un conjunto de elementos para orientar el trabajo pedagógico que se lleva a cabo a partir del Programa y para promover el logro de los objetivos que este propone.

Este Programa de Estudio incluye:

## **NOCIONES BÁSICAS**

Esta sección presenta conceptos fundamentales que están en la base del Marco Curricular y, a la vez, ofrece una visión general acerca de la función de los Mapas de Progreso.

---

<sup>1</sup> Decreto Supremo N° 254 de 2009.

<sup>2</sup> En algunos casos, estos aprendizajes están formulados en los mismos términos que algunos de los OF del Marco Curricular. Esto ocurre cuando esos OF se pueden desarrollar íntegramente en una misma unidad de tiempo, sin que sea necesario su desglose en definiciones más específicas.

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA

Consisten en orientaciones relevantes para trabajar con el Programa y organizar el trabajo en torno a él.

## PROPÓSITOS, HABILIDADES Y ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Esta sección presenta sintéticamente los propósitos y sentidos sobre los que se articulan los aprendizajes del sector y las habilidades a desarrollar. También entrega algunas orientaciones pedagógicas importantes para implementar el Programa en el sector.

## VISIÓN GLOBAL DEL AÑO

Presenta todos los Aprendizajes Esperados que se deben desarrollar durante el año, organizados de acuerdo a unidades.

## UNIDADES

Junto con explicitar los Aprendizajes Esperados propios de la unidad, incluyen indicadores de evaluación y ejemplos de actividades que apoyan y orientan el trabajo destinado a promover estos aprendizajes<sup>3</sup>.

## INSTRUMENTOS Y EJEMPLOS DE EVALUACIÓN

Ilustran formas de apreciar el logro de los Aprendizajes Esperados y presentan diversas estrategias que pueden usarse para este fin.

## MATERIAL DE APOYO SUGERIDO

Se trata de recursos bibliográficos y electrónicos que pueden emplearse para promover los aprendizajes del sector; se distingue entre los que sirven a los y las docentes y los destinados a las y los estudiantes.

---

<sup>3</sup> En algunos casos, las actividades contienen relaciones interdisciplinarias debido a que vinculan dos o más sectores y se simbolizan con ®.

# Nociones básicas

## APRENDIZAJES COMO INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES

*Habilidades, conocimientos y actitudes...*

Los aprendizajes que promueven el Marco Curricular y los Programas de Estudio apuntan a un desarrollo integral de los y las estudiantes. Para tales efectos, esos aprendizajes involucran tanto los conocimientos propios de la disciplina como las habilidades y las actitudes.

*... movilizados para enfrentar diversas situaciones y desafíos...*

Se busca que las y los estudiantes pongan en juego estos conocimientos, habilidades y actitudes para enfrentar diversos desafíos, tanto en el contexto del sector de aprendizaje como al desenvolverse en su entorno. Esto supone orientarlos hacia el logro de competencias, entendidas como la movilización de dichos elementos para realizar de manera efectiva una acción determinada.

*... y que se desarrollan de manera integrada.*

Se trata de una noción de aprendizaje de acuerdo con la cual los conocimientos, las habilidades y las actitudes se desarrollan de manera integrada y, a la vez, se enriquecen y potencian de forma recíproca.

*Deben promoverse de manera sistemática.*

Los conocimientos, las habilidades y las actitudes no se adquieren espontáneamente al estudiar las disciplinas. Requieren promoverse de manera metódica y estar explícitos en los propósitos que articulan el trabajo de los y las docentes.

## CONOCIMIENTOS

*Son importantes, porque...*

*Enriquecen la comprensión y la relación con el entorno.*

... los conceptos de las disciplinas o sectores de aprendizaje enriquecen la comprensión de los y las estudiantes sobre los fenómenos que les toca enfrentar. Les permiten relacionarse con el entorno, utilizando nociones complejas y profundas que complementan, de manera crucial, el saber que han generado por medio del sentido común y la experiencia cotidiana. Además, estos conceptos son fundamentales para que construyan nuevos aprendizajes.

*Son una base para el desarrollo de habilidades.*

*Se deben desarrollar de manera integrada, porque...*

... son una condición para el progreso de las habilidades. Ellas no se desarrollan en un vacío, sino sobre la base de ciertos conceptos o conocimientos.

## HABILIDADES

*Son importantes, porque...*

... el aprendizaje involucra no solo el saber, sino también el saber hacer. Por otra parte, la continua expansión y la creciente complejidad del conocimiento demandan cada vez más capacidades de pensamiento que permitan, entre otros aspectos, usar la información de manera apropiada y rigurosa, examinar críticamente las diversas fuentes de información disponibles, adquirir y generar nuevos conocimientos y aplicarlos de manera pertinente.

*Son fundamentales en el actual contexto social.*

Esta situación hace relevante la promoción de diferentes habilidades; entre ellas, desarrollar una investigación, comparar y evaluar la confiabilidad de las fuentes de información y realizar interpretaciones a la luz de la evidencia.

*Se deben desarrollar de manera integrada, porque...*

... sin esas habilidades, los conocimientos y los conceptos que puedan elaborar las y los estudiantes resultan elementos inertes; es decir, elementos que no pueden poner en juego para comprender y enfrentar las diversas situaciones a las que se ven expuestos y expuestas.

*Permiten poner en juego los conocimientos.*

## ACTITUDES

*Son importantes, porque...*

... los aprendizajes siempre están asociados con las actitudes y disposiciones de los y las estudiantes. Entre los propósitos establecidos para la educación se contempla el desarrollo en los ámbitos personal, social, ético y ciudadano. Ellos incluyen aspectos de carácter afectivo y, a la vez, ciertas disposiciones.

A modo de ejemplo, los aprendizajes involucran actitudes como el respeto y la valoración hacia personas e ideas distintas, la solidaridad, el interés por el conocimiento, la valoración del trabajo, la responsabilidad, el emprendimiento, la perseverancia, el rigor, el cuidado y la valoración del ambiente.

*Están involucradas en los propósitos formativos de la educación.*

*Se deben enseñar de manera integrada, porque...*

... requieren de los conocimientos y las habilidades para su desarrollo. Esos conocimientos y habilidades entregan herramientas para elaborar juicios

*Son enriquecidas por los conocimientos y las habilidades.*

informados, analizar críticamente diversas circunstancias y contrastar criterios y decisiones, entre otros aspectos involucrados en este proceso.

*Orientan la forma de usar los conocimientos y las habilidades.*

A la vez, las actitudes orientan el sentido y el uso que cada estudiante otorgue a los conocimientos y las habilidades desarrollados. Son, por lo tanto, un antecedente necesario para usar constructivamente estos elementos.

## OBJETIVOS FUNDAMENTALES TRANSVERSALES (OFT)

*Son propósitos generales definidos en el currículum...*

Son aprendizajes que tienen un carácter comprensivo y general, y apuntan al desarrollo personal, ético, social e intelectual de las y los estudiantes. Forman parte constitutiva del currículum nacional y, por lo tanto, los establecimientos deben asumir la tarea de promover su logro.

*... que deben promoverse en toda la experiencia escolar.*

Los OFT no se logran por medio de un sector de aprendizaje en particular: conseguirlos depende del conjunto del currículum. Deben promoverse mediante las diversas disciplinas y en las distintas dimensiones del quehacer educativo dentro y fuera del aula (por ejemplo, por medio del proyecto educativo institucional, de los planes de mejoramiento educativo, de la práctica docente, del clima organizacional, de las normas de convivencia escolar o de las ceremonias y actividades escolares).

*Integran conocimientos, habilidades y actitudes.*

No se trata de objetivos que incluyan únicamente actitudes y valores. Supone integrar esos aspectos con el desarrollo de conocimientos y habilidades.

Dentro de los aspectos más relevantes se encuentran los relacionados con una educación inclusiva. Por un lado, los OFT promueven la formación ciudadana de cada estudiante. Por otro, incluyen una perspectiva de género orientada a eliminar las desigualdades entre hombres y mujeres, ampliando la mirada hacia la diversidad en el aula, formando niños, niñas y adolescentes responsables de su propio bienestar y del bien común.

*Se organizan en una matriz común para educación básica y media.*

A partir de la actualización al Marco Curricular realizada el año 2009, estos objetivos se organizaron bajo un esquema común para la educación básica y la educación media. De acuerdo con este esquema, los Objetivos Fundamentales Transversales se agrupan en cinco ámbitos: crecimiento y autoafirmación personal; desarrollo del pensamiento; formación ética; la persona y su entorno; y tecnologías de la información y la comunicación.



## MAPAS DE PROGRESO

Son descripciones generales que señalan cómo progresan habitualmente los aprendizajes en las áreas clave de un sector determinado. Se trata de formulaciones sintéticas que se centran en los aspectos esenciales de cada sector. De esta manera, ofrecen una visión panorámica sobre la progresión del aprendizaje en los doce años de escolaridad<sup>4</sup>.

*Describen sintéticamente cómo progresa el aprendizaje...*

Los Mapas de Progreso no establecen aprendizajes adicionales a los definidos en el Marco Curricular y los Programas de Estudio. Su particularidad consiste en que entregan una visión de conjunto sobre la progresión esperada en todo el sector de aprendizaje.

*... de manera congruente con el Marco Curricular y los Programas de Estudio.*

En este marco, los Mapas de Progreso son una herramienta que está al servicio del trabajo formativo que realiza el y la docente, entregándoles orientaciones en relación con la trayectoria de los Aprendizajes Esperados de sus estudiantes. Este dispositivo debe ser asumido como complementario al Marco Curricular y, por consiguiente, su utilización es totalmente opcional y voluntaria por parte de las escuelas, las que deberán decidir su uso como referencia de la progresión de aprendizajes, de acuerdo a los análisis de pertinencia que cada comunidad realice.

En definitiva, los Mapas de Progreso constituyen un recurso de apoyo para la labor cotidiana del profesor y la profesora, y resguardan la coherencia de los Aprendizajes Esperados con la estructura curricular vigente que, para el caso de este curso en particular, corresponde a Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media, Actualización 2009.

### ¿QUÉ UTILIDAD TIENEN LOS MAPAS DE PROGRESO PARA EL TRABAJO DE LOS Y LAS DOCENTES?

Pueden ser un apoyo importante para definir objetivos adecuados y para evaluar (ver las Orientaciones para planificar y las Orientaciones para evaluar que se presentan en el Programa).

*Sirven de apoyo para planificar y evaluar...*

---

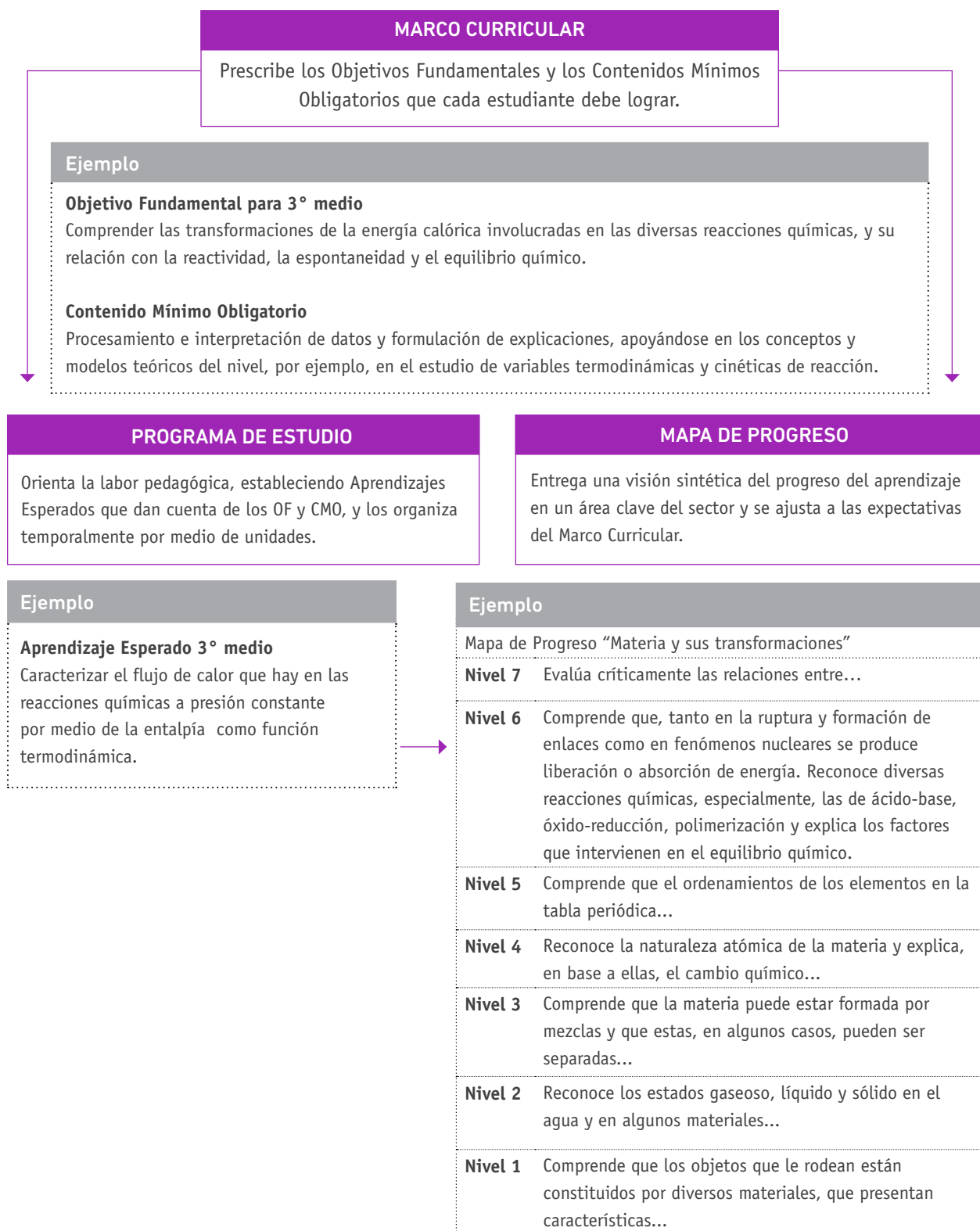
<sup>4</sup> Los Mapas de Progreso describen en siete niveles el crecimiento habitual del aprendizaje de los y las estudiantes en un ámbito o eje del sector a lo largo de los 12 años de escolaridad obligatoria. Cada uno de estos niveles presenta una expectativa de aprendizaje correspondiente a dos años de escolaridad. Por ejemplo, el Nivel 1 corresponde al logro que se espera para la mayoría de los niños y las niñas al término de 2° básico; el Nivel 2 corresponde al término de 4° básico, y así sucesivamente. El Nivel 7 describe el aprendizaje de un o una estudiante que al egresar de la educación media es “sobresaliente”; es decir, va más allá de la expectativa para 4° medio que describe el Nivel 6 en cada Mapa.

*... y para atender la diversidad al interior del curso.*

Además, son un referente útil para atender a la diversidad de estudiantes dentro del aula:

- › Permiten no solamente constatar que existen distintos niveles de aprendizaje dentro de un mismo curso, sino que, además, si se usan para analizar los desempeños de las y los estudiantes, ayudan a caracterizar e identificar con mayor precisión en qué consisten esas diferencias.
- › La progresión que describen permite reconocer cómo orientar los aprendizajes de los distintos grupos del mismo curso; es decir, de aquellos que no han conseguido el nivel esperado y de aquellos que ya lo alcanzaron o lo superaron.
- › Expresan el progreso del aprendizaje en un área clave del sector, de manera sintética y alineada con el Marco Curricular.

## RELACIÓN ENTRE MAPA DE PROGRESO, PROGRAMA DE ESTUDIO Y MARCO CURRICULAR



# Consideraciones generales para implementar el Programa

Las orientaciones que se presentan a continuación destacan elementos relevantes al momento de implementar el Programa. Estas orientaciones se vinculan estrechamente con algunos de los OFT contemplados en el currículum.

## USO DEL LENGUAJE

*La lectura, la escritura y la comunicación oral deben promoverse en los distintos sectores de aprendizaje.*

Los y las docentes deben promover el ejercicio de la comunicación oral, la lectura y la escritura como parte constitutiva del trabajo pedagógico correspondiente a cada sector de aprendizaje.

Su importancia se basa en que las habilidades de comunicación son herramientas fundamentales que las y los estudiantes deben emplear para alcanzar los aprendizajes propios de cada sector. Se trata de habilidades que no se desarrollan únicamente en el contexto del sector Lenguaje y Comunicación, sino que se consolidan mediante el ejercicio en diversos espacios y en torno a distintos temas y, por lo tanto, involucran a los otros sectores de aprendizaje del currículum.

Cabe mencionar la presencia en los establecimientos de bibliotecas escolares CRA<sup>5</sup>, una herramienta que los y las docentes podrían aprovechar al máximo, pues dispone de una variada oferta de recursos de aprendizaje para todas las edades y, además, es de fácil acceso.

Al momento de recurrir a la lectura, la escritura y la comunicación oral, las y los docentes deben procurar en los y las estudiantes:

### LECTURA

*Estas habilidades se pueden promover de diversas formas.*

- › La lectura de distintos tipos de textos relevantes para el sector (textos informativos propios del sector, textos periodísticos y narrativos, tablas y gráficos).
- › La lectura de textos de creciente complejidad en los que se utilicen conceptos especializados del sector.

---

<sup>5</sup> Centro de Recursos para el Aprendizaje.

- › La lectura de textos que promuevan el análisis crítico del entorno.
- › La identificación de las ideas principales y la localización de información relevante.
- › La realización de resúmenes y síntesis de las ideas y argumentos presentados en los textos.
- › El desarrollo de competencias de información, como la búsqueda de información en fuentes escritas, discriminándola y seleccionándola de acuerdo a su pertinencia.
- › La comprensión y el dominio de nuevos conceptos y palabras.
- › La construcción de sus propias ideas y opiniones a partir del contenido o argumentos presentados en el texto.
- › El uso de su biblioteca escolar CRA para fomentar el disfrute de la lectura y el trabajo de investigación.

## ESCRITURA

- › La escritura de textos de diversa extensión y complejidad (por ejemplo, reportes, ensayos, descripciones y respuestas breves).
- › La organización y presentación de información por medio de esquemas o tablas.
- › La presentación de las ideas de una manera coherente y clara.
- › El uso apropiado del vocabulario en los textos escritos.
- › El uso correcto de la gramática y de la ortografía.
- › El conocimiento y uso del lenguaje inclusivo.

## COMUNICACIÓN ORAL

- › La capacidad de exponer ante otras personas.
- › La expresión de ideas y conocimientos de manera organizada.
- › El desarrollo de la argumentación al formular ideas y opiniones.
- › El uso del lenguaje con niveles crecientes de precisión, incorporando los conceptos propios del sector.

- › El planteamiento de preguntas para expresar dudas e inquietudes y para superar dificultades de comprensión.
- › La disposición para escuchar información de manera oral, manteniendo la atención durante el tiempo requerido.
- › La interacción con otras personas para intercambiar ideas, analizar información y elaborar conexiones en relación con un tema en particular, compartir puntos de vista y lograr acuerdos.

## USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)

*Debe impulsarse el uso de las TIC en todos los sectores de aprendizaje.*

El desarrollo de las capacidades para utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) está contemplado de manera explícita como uno de los Objetivos Fundamentales Transversales del Marco Curricular. Esto demanda que el dominio y uso de estas tecnologías se promueva de manera integrada al trabajo que se lleva a cabo al interior de los sectores de aprendizaje. Para esto, se debe procurar que la labor de las y los estudiantes incluya el uso de las TIC para:

- › Buscar, acceder y recolectar información en páginas web u otras fuentes, y seleccionar esta información, examinando críticamente su relevancia y calidad.
- › Procesar y organizar datos utilizando plantillas de cálculo, y manipular la información sistematizada en ellas para identificar tendencias, regularidades y patrones relativos a los fenómenos estudiados en el sector.
- › Desarrollar y presentar información mediante el uso de procesadores de texto, plantillas de presentación y herramientas y aplicaciones de imagen, audio y video.
- › Intercambiar información por medio de las herramientas que ofrece internet, como correo electrónico, chat, espacios interactivos en sitios web y/o comunidades virtuales.
- › Identificar y resguardarse de los riesgos potenciales del uso de las TIC, mediante el cuidado personal y el respeto por el otro.
- › Respetar y asumir consideraciones éticas en el uso de las TIC, como señalar las fuentes de donde se obtiene la información y seguir las normas de uso y de seguridad de los espacios virtuales.

*Se puede recurrir a diversas formas de uso de estas tecnologías.*

## ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

En el trabajo pedagógico, los y las docentes deben tomar en cuenta la diversidad entre estudiantes en términos culturales, sociales, de sexo, de género, religiosos, étnicos y respecto de estilos y ritmos de aprendizaje y niveles de conocimiento.

*La diversidad entre estudiantes establece desafíos que deben considerarse.*

Esa diversidad conlleva desafíos que las y los docentes tienen que contemplar. Entre ellos, cabe señalar:

- › Promover el respeto a cada estudiante, en un contexto de valoración y apertura, considerando las diferencias de género y evitando toda forma de discriminación arbitraria.
- › Procurar que los aprendizajes se desarrollen de una manera significativa en relación con el contexto y la realidad de las y los estudiantes.
- › Intentar que cada estudiante logre los objetivos de aprendizaje señalados en el currículum, integrando la diversidad que se manifiesta entre ellos.

### ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD Y PROMOCIÓN DE APRENDIZAJES

Se debe tener en cuenta que atender a la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje no implica “expectativas más bajas” para algunos estudiantes. Por el contrario, la necesidad de educar en forma diferenciada aparece al constatar que hay que reconocer los requerimientos didácticos personales de las y los estudiantes, para que todas y todos alcancen altos logros. Con esto, se aspira a que cada estudiante alcance los aprendizajes dispuestos para su nivel o grado.

En atención a lo anterior, es conveniente que, al momento de diseñar el trabajo en una unidad, el o la docente considere que precisará más tiempo o métodos pertinentes para que todas y todos sus estudiantes logren los aprendizajes propuestos. Para esto, debe desarrollar una planificación intencionada que genere las condiciones que le permitan:

*Es necesario atender a la diversidad para que todos y todas logren los aprendizajes.*

- › Conocer los diferentes niveles de aprendizaje y conocimientos previos de sus estudiantes.
- › Incluir ejemplos y analogías que apelen de manera respetuosa a la diversidad y que incluyan a hombres y mujeres.
- › Conocer el contexto y entorno en el cual se desenvuelven sus estudiantes para desarrollar experiencias de aprendizaje significativas.
- › Conocer las motivaciones e intereses de sus estudiantes.
- › Conocer las fortalezas y habilidades de sus estudiantes para potenciar sus aprendizajes.

*Esto demanda conocer qué saben y, sobre esa base, definir con flexibilidad las diversas medidas pertinentes.*

- › Evaluar y diagnosticar en forma permanente para reconocer las necesidades de aprendizaje.
- › Definir la excelencia, considerando el progreso individual como punto de partida.
- › Incluir combinaciones didácticas (agrupamientos, trabajo grupal, rincones, entre otras) y materiales diversos (visuales, objetos manipulables, entre otros).
- › Evaluar de distintas maneras a sus estudiantes y dar tareas con múltiples opciones.
- › Promover la confianza de sus estudiantes en sí mismos y el valor de aprender.
- › Promover un trabajo sistemático por parte de sus estudiantes y ejercitación abundante.

## ENSEÑAR A CONSTRUIR LA IGUALDAD DE GÉNERO DESDE LA PRÁCTICA

Tal como hombres y mujeres tienden a cumplir roles diferentes en la sociedad, debido entre otras cosas a la socialización, también niños y niñas tienden a cumplir roles diferentes en la sala de clases. El espacio escolar debe proporcionar experiencias de colaboración entre niñas y niños, hombres y mujeres, que les permitan lograr objetivos compartidos desde una posición de igualdad. Se recomienda a las y los docentes que:

- › **Propicien la reflexión y discusión sobre temas de género**, realizando actividades que incentiven el reconocimiento de los roles, lenguajes y estereotipos con los que se identifican sus estudiantes, y así reflexionen y compartan opiniones sobre ello.
- › **Eviten reforzar estereotipos**, enseñando que no existen actividades laborales propias solo de las mujeres o de los hombres, como por ejemplo las profesiones científicas o las de cuidado de otros.
- › **Pongan atención a la forma en que se refieren a los y las estudiantes**, visibilizando tanto a hombres como a mujeres, niñas y niños, profesoras y profesores, y evitando sesgos en el trato.
- › **Erradiquen toda forma de discriminación en sus estudiantes**, no pasando por alto las bromas, apodos, acciones de discriminación o actos humillantes basados en las supuestas diferencias entre hombres y mujeres. Por ejemplo, denostar a un estudiante al que le gusta bailar, atribuyéndole características femeninas con el fin de humillarlo.
- › **Eviten la rivalidad entre los géneros**, aplicando metodologías que favorezcan el desarrollo de competencias de forma igualitaria, donde la relación entre los géneros sea de cooperación y autonomía. Por ejemplo, mediante la conformación de equipos mixtos que permitan que las y los



estudiantes se reconozcan en función de sus capacidades, talentos e intereses individuales.

- › **Promuevan la actividad física y el deporte de manera equitativa entre hombres y mujeres**, ya que son necesarios para llevar una vida saludable, independientemente del sexo.
- › **Promuevan espacios o instancias de expresión de emociones y sentimientos**, por ejemplo, conversando con sus estudiantes acerca de la necesidad de expresar sentimientos, y sin coartar la expresión de sus afectos y emociones.
- › **Eviten presentar como naturales diferencias entre hombres y mujeres que son culturalmente adquiridas**, por ejemplo, considerar que las mujeres son más aptas para estudiar carreras del ámbito de la salud, debido a la supuesta condición natural que poseen para cuidar u ocuparse de otros, como si fuera la extensión de su maternidad.

# Orientaciones para planificar

*La planificación favorece el logro de los aprendizajes.*

La planificación es un elemento central en el esfuerzo por promover, dirigir y garantizar los aprendizajes de los y las estudiantes. Permite maximizar el uso del tiempo y definir los procesos y recursos necesarios para lograr los aprendizajes que se deben alcanzar.

*El Programa sirve de apoyo a la planificación mediante un conjunto de elementos elaborados para este fin.*

Los Programas de Estudio del Ministerio de Educación constituyen una herramienta de apoyo al proceso de planificación. Para estos efectos han sido elaborados como un material flexible que las y los docentes pueden adaptar a su realidad en los distintos contextos educativos del país.

El principal referente que entrega el Programa de Estudio para planificar son los Aprendizajes Esperados. De manera adicional, el Programa apoya la planificación por medio de la propuesta de unidades, de la estimación del tiempo cronológico requerido en cada una y de la sugerencia de actividades para desarrollar los aprendizajes.

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA REALIZAR LA PLANIFICACIÓN

La planificación es un proceso que se recomienda llevar a cabo considerando los siguientes aspectos:

*Se debe planificar tomando en cuenta la diversidad, el tiempo real, las prácticas anteriores y los recursos disponibles.*

- › La diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje de los y las estudiantes del curso, lo que implica planificar considerando desafíos para los distintos grupos de estudiantes.
- › El tiempo real con que se cuenta, de manera de optimizar el tiempo disponible.
- › Las prácticas pedagógicas que han dado resultados satisfactorios.
- › Los recursos para el aprendizaje con que cuenta: textos escolares, materiales didácticos, recursos elaborados por la escuela, laboratorio y materiales disponibles en la biblioteca escolar CRA, entre otros.
- › En el caso de una actividad que contemple el uso de la biblioteca escolar CRA, sobre todo en aquellas de investigación, se recomienda coordinarse anticipadamente con el encargado o coordinador pedagógico de la biblioteca escolar.

## SUGERENCIAS PARA EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

Para que la planificación efectivamente ayude al logro de los aprendizajes, debe estar centrada en ellos y desarrollarse a partir de una visión clara de lo que las y los estudiantes deben y pueden aprender. Para alcanzar este objetivo, se recomienda elaborar la planificación en los siguientes términos:

- › Comenzar por una especificación de los Aprendizajes Esperados que no se limite a listarlos. Una vez identificados, es necesario desarrollar una idea lo más clara posible de las expresiones concretas que puedan tener. Esto implica reconocer qué desempeños de los y las estudiantes demuestran el logro de los aprendizajes. Se deben poder responder preguntas como: “¿Qué deberían ser capaces de demostrar las y los estudiantes que han logrado un determinado Aprendizaje Esperado?” o “¿Qué habría que observar para saber que un aprendizaje ha sido logrado?”.
- › A partir de las respuestas a esas preguntas, decidir las evaluaciones que se llevarán a cabo y las estrategias de enseñanza. Específicamente, se requiere identificar qué tarea de evaluación es más pertinente para observar el desempeño esperado y qué modalidades de enseñanza facilitarán alcanzar este desempeño. De acuerdo con este proceso, se deben definir las evaluaciones formativas y sumativas, las actividades de enseñanza y las instancias de retroalimentación.

*Lograr una visión lo más clara y concreta posible sobre los desempeños que dan cuenta de los aprendizajes...*

*... y, sobre esa base, decidir las evaluaciones, las estrategias de enseñanza y la distribución temporal.*

Las y los docentes pueden complementar los Programas con los Mapas de Progreso, que entregan elementos útiles para reconocer el tipo de desempeño asociado a los aprendizajes.

Se sugiere seleccionar alguno(s) de los periodos de planificación presentados, de acuerdo al contexto de cada institución escolar.

### LA PLANIFICACIÓN ANUAL

En este proceso, los y las docentes deben distribuir los Aprendizajes Esperados a lo largo del año escolar considerando su organización por unidades, estimar el tiempo que se requerirá para cada unidad y priorizar las acciones que conducirán a logros académicos significativos.

*La planificación anual se debe llevar a cabo con una visión realista de los tiempos disponibles durante el año.*

Para esto las y los docentes tienen que:

- › Alcanzar una visión sintética del conjunto de aprendizajes a lograr durante el año, dimensionando el tipo de cambio que se debe observar en los y las estudiantes. Esto debe desarrollarse según los Aprendizajes Esperados especificados en los Programas. Los Mapas de Progreso pueden resultar un apoyo importante.
- › Identificar, en términos generales, el tipo de evaluación que se requerirá para verificar el logro de los aprendizajes. Esto permitirá desarrollar una idea de las demandas y los requerimientos a considerar para cada unidad.
- › Sobre la base de esta visión, asignar los tiempos a destinar a cada unidad. Para que esta distribución resulte lo más realista posible, se recomienda:
  - Listar días del año y horas de clase por semana para estimar el tiempo disponible.
  - Elaborar una calendarización tentativa de los Aprendizajes Esperados para el año completo, considerando los feriados, los días de prueba y de repaso, la realización de evaluaciones formativas y la entrega de retroalimentación.
  - Hacer una planificación gruesa de las actividades de acuerdo con la calendarización.
  - Ajustar permanentemente la calendarización o las actividades planificadas.

*Es preciso realizar este proceso sin perder de vista la meta de aprendizaje de la unidad.*

### LA PLANIFICACIÓN DE LA UNIDAD

Implica tomar decisiones más precisas sobre qué enseñar y cómo enseñar, considerando la necesidad de ajustarlas a los tiempos asignados a la unidad. La planificación de la unidad debiera seguir los siguientes pasos:

- › Especificar la meta de la unidad. Al igual que la planificación anual, esta visión debe sustentarse en los Aprendizajes Esperados de la unidad y se recomienda complementarla con los Mapas de Progreso.
- › Idear una herramienta de diagnóstico de inicio de la unidad.
- › Crear una evaluación sumativa para la unidad.
- › Calendarizar los Aprendizajes Esperados por semana.
- › Establecer las actividades de enseñanza que se desarrollarán.
- › Generar un sistema de seguimiento de los Aprendizajes Esperados, especificando los tiempos y las herramientas para realizar evaluaciones formativas y entregar retroalimentación.
- › Ajustar el plan continuamente ante los requerimientos de las y los estudiantes.

## LA PLANIFICACIÓN DE CLASE

Es imprescindible que cada clase sea diseñada considerando que todas sus partes estén alineadas con los Aprendizajes Esperados que se busca promover y con la evaluación que se utilizará. Recuerde que el clima escolar influye directamente en la calidad de los aprendizajes, por lo que es importante crear todas las condiciones propicias para el aprendizaje, con especial énfasis en las relaciones de convivencia entre los y las estudiantes, y de estos con las y los docentes.

*Es fundamental procurar que los estudiantes sepan qué y por qué van a aprender, qué aprendieron y de qué manera.*

Adicionalmente, se recomienda que cada clase sea diseñada distinguiendo su inicio, desarrollo y cierre, y especificando claramente qué elementos se considerarán en cada una de estas partes. Se requiere tomar en cuenta aspectos como los siguientes:

### **Inicio**

En esta fase se debe procurar que los y las estudiantes conozcan el propósito de la clase; es decir, qué se espera que aprendan. A la vez, se debe buscar captar su interés y que visualicen cómo se relaciona lo que aprenderán con lo que ya saben y con las clases anteriores.

### **Desarrollo**

En esta etapa las y los docentes llevan a cabo la actividad contemplada para la clase.

### **Cierre**

Este momento puede ser breve (5 a 10 minutos), pero es central. En él se debe procurar que los y las estudiantes se formen una visión acerca de qué aprendieron y cuál es la utilidad y relación de las estrategias y experiencias desarrolladas con su entorno y realidad cotidiana para promover un aprendizaje significativo.

# Orientaciones para evaluar

*Apoya el proceso de aprendizaje al permitir su monitoreo, retroalimentar a los estudiantes y sustentar la planificación.*

La evaluación forma parte constitutiva del proceso de enseñanza. No se debe usar solo como un medio para controlar qué saben las y los estudiantes, sino que, además, desempeña un rol central en la promoción y el desarrollo del aprendizaje. Para que cumpla efectivamente con esta función, debe tener como objetivos:

- › Ser un recurso para medir el progreso en el logro de los aprendizajes.
- › Proporcionar información que permita conocer las fortalezas y debilidades de los y las estudiantes y, sobre esta base, retroalimentar la enseñanza y potenciar los logros esperados dentro del sector.
- › Ser una herramienta útil para la planificación.
- › Ser una herramienta que permita la autorregulación de las y los estudiantes.

## ¿CÓMO PROMOVER EL APRENDIZAJE POR MEDIO DE LA EVALUACIÓN?

Las evaluaciones adquieren su mayor potencial para promover el aprendizaje si se llevan a cabo considerando lo siguiente:

*Explicitar qué se evaluará.*

- › Informar a los y las estudiantes sobre los aprendizajes que se evaluarán. Esto facilita que puedan orientar su actividad hacia el logro de los aprendizajes que deben alcanzar.

*Identificar logros y debilidades.*

- › Elaborar juicios sobre el grado en que se logran los aprendizajes que se busca alcanzar, fundados en el análisis de los desempeños de las y los estudiantes. Las evaluaciones entregan información para conocer sus fortalezas y debilidades. El análisis de esta información permite tomar decisiones para mejorar los resultados alcanzados.

*Ofrecer retroalimentación.*

- › Promover la autoevaluación entre los y las estudiantes.
- › Retroalimentar a las y los estudiantes sobre sus fortalezas y debilidades. Compartir esta información con ellas y ellos permite orientarlos acerca de los pasos que deben seguir para avanzar. También les da la posibilidad de desarrollar procesos metacognitivos y reflexivos destinados a favorecer sus propios aprendizajes, lo que, a su vez, facilita que se involucren y se comprometan con estos.

## ¿CÓMO SE PUEDEN ARTICULAR LOS MAPAS DE PROGRESO DEL APRENDIZAJE CON LA EVALUACIÓN?

Los Mapas de Progreso ponen a disposición de las escuelas y liceos de todo el país un mismo referente para observar el desarrollo del aprendizaje de los y las estudiantes y los ubican en un continuo de progreso. Los Mapas de Progreso apoyan el seguimiento de los aprendizajes, pues permiten:

- › Reconocer aquellos aspectos y dimensiones esenciales de evaluar.
- › Aclarar la expectativa de aprendizaje nacional al conocer la descripción de cada nivel, sus ejemplos de desempeño y el trabajo concreto de estudiantes que ilustran esta expectativa.
- › Observar el desarrollo, la progresión o el crecimiento de las competencias de una o un estudiante al constatar cómo sus desempeños se van desplazando en el Mapa.
- › Contar con modelos de tareas y preguntas que permiten a cada estudiante evidenciar sus aprendizajes.

*Los Mapas apoyan diversos aspectos del proceso de evaluación.*

## ¿CÓMO DISEÑAR LA EVALUACIÓN?

La evaluación debe diseñarse a partir de los Aprendizajes Esperados, con el objeto de observar en qué grado se alcanzan. Para lograrlo, se recomienda diseñar la evaluación junto con la planificación y considerar las siguientes preguntas:

- › ¿Cuáles son los Aprendizajes Esperados del Programa que abarcará la evaluación?

Si debe priorizar, considere aquellos aprendizajes que serán duraderos y prerrequisitos para desarrollar otros aprendizajes. Para esto, los Mapas de Progreso pueden ser de especial utilidad.

- › ¿Qué evidencia necesitarían exhibir sus estudiantes para demostrar que dominan los Aprendizajes Esperados?

Se recomienda utilizar como apoyo los Indicadores de Evaluación que presenta el Programa.

*Es necesario partir estableciendo los Aprendizajes Esperados a evaluar...*

*... y luego decidir qué se requiere para su evaluación en términos de evidencias, métodos, preguntas y criterios.*

› ¿Qué método empleará para evaluar?

Es recomendable utilizar instrumentos y estrategias de diverso tipo (pruebas escritas, guías de trabajo, informes, ensayos, entrevistas, debates, mapas conceptuales, informes de laboratorio e investigaciones, entre otros).

En lo posible, se deben presentar situaciones que puedan resolverse de distintas maneras y con diferentes grados de complejidad, para que los diversos estudiantes puedan solucionarlas y así mostrar sus distintos niveles y estilos de aprendizaje.

› ¿Qué preguntas incluirá en la evaluación?

Se deben formular preguntas rigurosas y alineadas con los Aprendizajes Esperados, que permitan demostrar la real comprensión del contenido evaluado.

› ¿Cuáles son los criterios de éxito? ¿Cuáles son las características de una respuesta de alta calidad?

Esto se puede responder con distintas estrategias. Por ejemplo:

- Comparar las respuestas de sus estudiantes con las mejores respuestas de otros estudiantes de edad similar. Se pueden usar los ejemplos presentados en los Mapas de Progreso.
- Identificar respuestas de evaluaciones previamente realizadas que expresen el nivel de desempeño esperado y utilizarlas como modelo para otras evaluaciones aplicadas en torno al mismo aprendizaje.
- Desarrollar rúbricas que indiquen los resultados explícitos para un desempeño específico y que muestren los diferentes niveles de calidad para dicho desempeño.



# Química

# Química

## PROPÓSITOS

Este sector tiene como propósito que las y los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento distintivas del quehacer científico y una comprensión del mundo natural y tecnológico, basada en el conocimiento proporcionado por las ciencias naturales. Desde la perspectiva de la integración cultural y política de una sociedad democrática, en que la resolución de problemas personales, sociales y medioambientales es cada vez más compleja y demandante de recursos del saber, es particularmente clara la necesidad de una formación científica básica de toda la ciudadanía. El propósito de la enseñanza de las ciencias naturales, en una perspectiva de alfabetización científica, es lograr que todos los alumnos y las alumnas desarrollen la capacidad de usar el conocimiento científico, de identificar problemas y de esbozar conclusiones basadas en evidencia, con el fin de comprender y debatir los cambios provocados por la actividad humana sobre el mundo natural.

Para el logro de este propósito, las y los docentes deben propiciar el desarrollo de los conocimientos y habilidades de pensamiento científico abarcados en los distintos subsectores de las ciencias naturales, atendiendo a los procesos personales de aprendizaje de cada uno de sus estudiantes. De estos últimos, se espera que logren aprendizajes significativos a partir de actividades que estimulen la capacidad de observar, de buscar evidencias, de procesar e interpretar datos, de diseñar y usar modelos, de realizar actividades y/o investigaciones experimentales o bibliográficas,

y que participen en el análisis de situaciones que sean parte de su vida o de su entorno, lo que les facilitará la elaboración de explicaciones y evaluaciones del proceso de aprendizaje.

Junto con lo anterior, se pretende que las y los estudiantes logren una formación científica integral que les permita desarrollar un espíritu indagador que los motive a interrogarse sobre los fenómenos que ocurren a su alrededor, y que además valoren el uso de procesos de construcción del conocimiento, que comprendan el conocimiento que se obtiene como resultado y que adquieran actitudes y valores propios del quehacer científico.

Los objetivos del sector de Ciencias Naturales, por lo tanto, se orientan a que las y los estudiantes logren:

1. Conocimiento sobre conceptos, teorías, modelos y leyes para entender el mundo natural, los fenómenos fundamentales y las transformaciones que han ocurrido a lo largo del tiempo.
2. Comprensión de las etapas involucradas en la construcción, generación y cambio del conocimiento científico, como la formulación de preguntas; la elaboración de predicciones e hipótesis para investigar basándose en la observación; la búsqueda de distintas maneras de encontrar respuestas a partir de evidencias que surgen de la experimentación, y el diseño de situaciones experimentales que permitan poner a prueba la pregunta, la evaluación crítica de las evidencias y de los métodos de trabajo científico.

3. Habilidades propias de las actividades científicas, como:
  - › Usar flexible y eficazmente una variedad de métodos y técnicas para desarrollar y probar ideas, explicaciones y resolver problemas;
  - › Planificar y llevar a cabo actividades prácticas y de investigación, trabajando tanto de manera individual como grupal;
  - › Usar y evaluar críticamente las evidencias;
  - › Obtener, registrar y analizar datos y resultados para sustentar las explicaciones científicas;
  - › Evaluar los métodos de trabajo;
  - › Comunicar la información, contribuyendo a las discusiones sobre asuntos científicos y tecnológicos.
4. Actitudes promovidas por el quehacer científico, como la honestidad, el rigor, la perseverancia, la objetividad, la responsabilidad, la curiosidad, el trabajo en equipo, el respeto, el cuidado por la naturaleza y la comprensión y reflexión crítica de su realidad y entorno, para desarrollar la capacidad de enfrentar situaciones nuevas de manera flexible y propositiva. Se busca asimismo que las y los estudiantes desarrollen la autonomía para tomar decisiones informadas y responsables en asuntos científicos y tecnológicos de interés público.

En suma, una formación moderna en ciencias integra la comprensión de los conceptos fundamentales de las disciplinas científicas y el desarrollo de procesos, habilidades y actitudes del quehacer científico. Esto permitirá a las y los estudiantes entender el mundo natural y tecnológico, así como apropiarse de ciertos modos de pensar y hacer. Asimismo, los conducirá a elaborar y argumentar respuestas y a resolver problemas sobre la base de evidencias, competencia clave para desenvolverse en la

sociedad moderna y para enfrentar de manera informada, ética y responsable asuntos relacionados con su cuerpo, su bienestar y autocuidado, el medioambiente y las aplicaciones tecnológicas, entre otros.

## HABILIDADES

En estos Programas de Estudio, las habilidades de pensamiento científico se desarrollan para cada nivel en forma diferenciada, con el fin de focalizar la atención de la o el docente en el fomento de la habilidad específica, de acuerdo a dicho nivel. Lo anterior es una recomendación para cada clase o actividad. Esto no implica necesariamente que se deje de planificar y desarrollar, en ocasiones, una investigación en forma completa. Cabe señalar que no existe una secuencia o prioridad establecida entre las habilidades o procesos mencionados, sino una interacción compleja y flexible entre ellos. Por ejemplo, la observación puede conducir a la formulación de hipótesis, y esta, a la verificación experimental, pero también puede ocurrir el proceso inverso.

En la siguiente tabla, se explicitan las habilidades de pensamiento científico prescritas en la Actualización Curricular de 2009 que deben desarrollar y promover las y los estudiantes de cada nivel. Esta puede ser utilizada para:

- › Focalizarse en un nivel y diseñar actividades y evaluaciones que enfatizen dichas habilidades
- › Situarse en el nivel y observar las habilidades que se trabajaron en años anteriores y las que se desarrollarán más adelante
- › Observar diferencias y similitudes en los énfasis por niveles escolares.

## HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

7° básico	8° básico	1° medio	
	Formular problemas y explorar alternativas de solución.		
Distinguir entre hipótesis y predicción.	Formular hipótesis.		
	Diseñar y conducir una investigación para verificar hipótesis.		
Identificar y controlar variables.			
Representar información a partir de modelos, mapas y diagramas.		Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.	
Distinguir entre resultados y conclusiones.			
		Describir investigaciones científicas clásicas.	
		Describir el origen y el desarrollo histórico de conceptos y teorías. Comprender la importancia de las leyes, teorías e hipótesis de la investigación científica y distinguir unas de otras.	

	2° medio	3° medio	4° medio
		Describir la conexión entre hipótesis y demás fases en una investigación científica.	
	Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.	Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.	Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.
	Describir investigaciones científicas clásicas.	Describir investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.	
	Identificar relaciones entre contexto socio-histórico y la investigación científica.		
	Importancia de las teorías y modelos para comprender la realidad. Identificar las limitaciones que presentan los modelos y teorías científicas.		Comprender que las teorías científicas deben ser validadas por la comunidad científica.
			Analizar controversias científicas contemporáneas, sus resultados e interpretaciones, según conocimientos del nivel.
		Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que involucra el desarrollo científico y tecnológico.	Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que involucra el desarrollo científico y tecnológico.

Específicamente, las habilidades de pensamiento científico de 3° medio en Química están orientadas hacia la vinculación lógica entre etapas de la investigación, el procesamiento de datos, la formulación de explicaciones científicas y la evaluación de diversas implicancias en controversias científicas y tecnológicas, en relación con las transformaciones de la energía calórica en reacciones químicas y los fundamentos cinéticos en la formación de compuestos químicos.

El aprendizaje científico en Química se basa en la comprensión y la práctica del pensamiento científico, lo que no puede desarrollarse en un vacío conceptual. Es por esto que la o el docente debe disponer de oportunidades para conectar estrechamente, de manera intencionada y sistemática, los contenidos conceptuales y sus contextos de aplicación con el razonamiento y quehacer en la Química, monitoreando su logro a lo largo del año escolar.

## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

En esta sección se sugieren orientaciones didácticas de trabajo para la enseñanza de las ciencias, las que se deben comprender como claves para el aprendizaje significativo de conocimientos y procesos científicos, sin perjuicio de las alternativas didácticas propias que la o el docente o el establecimiento decida poner en práctica.

### SELECCIÓN, ADAPTACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES

Una de las características de este Programa es su flexibilidad y riqueza en términos de ofrecer al profesor o a la profesora una variedad de actividades que él o ella puede seleccionar, adaptar o complementar, dependiendo del contexto y de la realidad de sus estudiantes. Esta idea está expresada al inicio de cada unidad: “Los ejemplos de actividades presentados a

continuación son sugerencias que pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar”.

Las orientaciones propuestas para la selección, adaptación y complementación de actividades sugeridas en los Programas de Estudio que se presentan a continuación deben garantizar la cobertura de los Aprendizajes Esperados correspondientes a los Objetivos Fundamentales prescritos en el currículum que se refieren a habilidades de pensamiento científico y que pertenecen a los ejes temáticos del sector.

### Selección de actividades

Se recomienda que las actividades cumplan con las siguientes características:

- › Estimulen la curiosidad o interés de los y las estudiantes, ya sea por su relación con sus experiencias, con la contingencia, o con problemas planteados por ellos mismos.
- › Se adecuen a las alumnas y los alumnos en términos de su nivel de dificultad y desafío, y permitan a todas y todos su participación y aporte en ellas.
- › Permitan e incentiven aplicar lo aprendido en contextos de la vida real.
- › Promuevan el trabajo en colaboración con otros y la participación en distintas formas de investigaciones científicas, para que los y las estudiantes busquen y utilicen las evidencias como insumo para la discusión, fortaleciendo la comprensión del sentido de cada actividad.
- › Den oportunidades para comunicar ideas, procedimientos, datos, tanto oralmente como de forma escrita, incorporando progresivamente términos y representaciones científicas más complejas.

### **Adaptación de actividades**

Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos al adaptar actividades:

- › Agregar preguntas que secuencien la actividad de manera paulatina.
- › Considerar el contexto donde se realiza la actividad y adecuarlo, si es necesario, a situaciones cercanas a los y las estudiantes, para un aprendizaje significativo.
- › Modificar preguntas y acciones de acuerdo al diagnóstico de los conocimientos previos de las y los estudiantes y sus intereses.
- › Adecuar la actividad para focalizarse en el logro de una o más habilidades de pensamiento científico.
- › Modificar los recursos y materiales a usar, de acuerdo a sus posibilidades escolares, cuidando las medidas de seguridad que estos cambios implican.
- › Reemplazar la participación de estudiantes en la experimentación por una demostración o una simulación delante del curso, de manera real o virtual (videos, *software*, entre otros), siempre y cuando se haya considerado la participación activa de los y las estudiantes en otras instancias.
- › Dividir las actividades para aprovechar temporalmente el uso de laboratorios, sala de computación o biblioteca, entre otros, para la investigación documental o el uso y el diseño de modelos.
- › Considerar las sugerencias de las y los estudiantes en su planificación.

### **Complementación de actividades**

Se recomienda que al complementar actividades estas cumplan con las siguientes características:

- › Promuevan el desarrollo de un Aprendizaje Esperado de la unidad.
- › Correspondan a uno o varios indicadores de evaluación sugeridos en el Programa de Estudio.

- › Permitan la propuesta de nuevos Indicadores de Evaluación que facilite la cobertura del Aprendizaje Esperado correspondiente.
- › Contribuyan al desarrollo de una o varias habilidades de pensamiento científico.
- › Favorezcan el desarrollo de Aprendizajes Esperados o actitudes de OFT indicadas en la unidad que los contextualiza.

### **CURIOSIDAD Y MOTIVACIÓN**

Para desarrollar el interés y promover la curiosidad de las y los estudiantes por la ciencia, se sugiere motivarlos mediante la observación y análisis del entorno, fomentando así su alfabetización por medio de situaciones de la vida cotidiana que implican el uso de conceptos y habilidades del sector. La o el docente debe guiarlos a construir conocimientos sobre la base de interrogantes, planificando situaciones de aprendizaje mediadas con preguntas desafiantes y aprovechando las situaciones reales que se dan en la vida cotidiana. Considerando que las respuestas varían según la realidad individual y social de cada estudiante, se sugiere establecer trabajos grupales en que el clima propicie un debate abierto, de confianza y respeto, que vincule las experiencias de enseñanza y aprendizaje de las y los estudiantes con su propia realidad y posibilite el aprendizaje con otros. Esto les permitirá desarrollar un pensamiento crítico e independiente y aprendizajes significativos donde el conocimiento establecido se construye y reconstruye, aludiendo al principio de cambio que caracteriza al conocimiento científico.

### **CONOCIMIENTOS COTIDIANOS**

Para el desarrollo del aprendizaje científico de las y los estudiantes debe considerarse que ya poseen un conocimiento del mundo natural que las y los rodea, además de un conjunto de ideas previas. Dichas ideas previas y preconceptos son fundamentales para continuar con la construcción de nuevos conocimientos científicos, pues

facilitan su contextualización y les otorgan un mayor significado. A su vez, debe considerarse que, en algunos casos, el saber popular sobre fenómenos científicos, por parte de las y los estudiantes, no coincide con las explicaciones científicas aceptadas, y en otros, los y las estudiantes pueden tener un conocimiento modelado por conceptos científicos que alguna vez se dieron por válidos, pero que han cambiado. También puede ocurrir que el conocimiento cotidiano sea una creencia válida y muy efectiva para desenvolverse en la vida, sin contradecir el conocimiento científico. Debido a estas situaciones, se recomienda a las y los docentes dar un espacio para que las y los estudiantes expresen y expliciten sus conocimientos cotidianos en relación con los Aprendizajes Esperados del Programa y, posteriormente, monitorear en qué medida el nuevo conocimiento está movilizando y enriqueciendo el anterior.

### COMPRENSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La enseñanza de la ciencia considera todas las actividades y procesos científicos utilizados para comprender el mundo. Por esto, la o el docente no se debe limitar a presentar los resultados, sino que debe mostrar también el proceso de las investigaciones y descubrimientos científicos que desarrollaron hombres y mujeres para lograrlos, dando oportunidades a las y los estudiantes para comprender que se trata de un proceso dinámico, que el conocimiento se construye paulatinamente, con aciertos y errores, y mediante procedimientos replicables y en un momento histórico particular. Además, las y los estudiantes deben comprender que gran parte del conocimiento científico está basado en evidencia empírica y está sujeto a permanentes revisiones y modificaciones. Debido a ello, se sugiere priorizar las actividades de investigación en que las y los estudiantes pueden construir conocimientos a partir de evidencias empíricas, comprobando ideas preestablecidas,

y que fomentan el conocimiento de argumentos y explicaciones acerca de temas científicos y tecnológicos de interés público. Asimismo, se debe promover la participación en debates y discusiones que permiten desarrollar el pensamiento crítico de las y los estudiantes, al tener la oportunidad de argumentar ideas propias sobre la base de evidencias y de considerar distintas perspectivas e implicancias (morales, éticas y sociales). De este modo, desarrollan la capacidad de tomar decisiones informadas y responsables, de manera autónoma y con los demás.

### CIENCIA E INDAGACIÓN

La indagación científica, entendida como un modelo pedagógico para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, se ha constituido en el mundo en una herramienta efectiva para el logro de la alfabetización científica de las y los estudiantes, uno de los propósitos del sector de ciencias naturales. El proceso indagatorio propicia, en los y las estudiantes, el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, el trabajo colaborativo y la puesta en práctica de actitudes propias del quehacer científico, permitiéndoles participar activamente en la construcción de sus aprendizajes. Utilizar la indagación científica en el aula como modelo pedagógico desafía a la o el docente a adquirir un rol de mediador que facilita el acceso de los y las estudiantes a la construcción del conocimiento científico a partir de preguntas y problemas científicos, involucrándolos en la búsqueda de respuestas, mediante el diseño y ejecución de investigaciones científicas que permitan contrastar ideas previas, hipótesis y predicciones con resultados. Estas oportunidades de aprendizaje estimulan la participación activa de las y los estudiantes, lo que asegura una mejor comprensión y apropiación de los conceptos aprendidos y su aplicación a su contexto cotidiano. Además, facilitan en las y los estudiantes la comprensión de la ciencia como una actividad humana que impacta en su entorno,



vinculada estrechamente con la tecnología y la sociedad, y los prepara para su participación como ciudadanos desde una mirada crítica, reflexiva e informada.

### GRANDES IDEAS

Para abarcar el amplio espectro del conocimiento científico, entregar una visión integrada de los fenómenos y aprovechar mejor el limitado tiempo de aprendizaje, es conveniente organizar y concluir las experiencias educativas en torno a grandes ideas; es decir, ideas claves que, en su conjunto, permitan explicar los fenómenos naturales. Al comprenderlas, se hace más fácil predecir fenómenos, evaluar críticamente la evidencia científica y tomar conciencia de la estrecha relación entre ciencia y sociedad.

### CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La actividad científica contribuye al desarrollo de la tecnología y las innovaciones, lo que genera impactos en la sociedad y la vida cotidiana de los individuos. Las investigaciones científicas están orientadas a dar respuesta a problemas presentes en la sociedad y promover mejoras en la calidad de vida de las personas. Por estas razones, la enseñanza de ciencias naturales debe permitir la motivación y el acercamiento de las y los estudiantes al estudio de innovaciones y problemas científicos y tecnológicos que tienen un impacto en la sociedad y el mundo, pues les muestran una finalidad o un resultado práctico, concreto y cercano del conocimiento científico. La o el docente debe enfatizar la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad cuando las y los estudiantes plantean o identifican preguntas de investigación, analizan evidencias y formulan conclusiones que se asocian a problemas sociales y posibles aplicaciones tecnológicas. Esto les permite comprender que las aplicaciones científicas y tecnológicas provocan consecuencias en los ámbitos social, económico, político, ético y moral.

### PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

Con la enseñanza de las ciencias naturales se pretende que las y los estudiantes construyan aprendizajes con sentido de pertenencia y responsabilidad social, por lo que resulta oportuno considerar la participación de la comunidad local y científica en oportunidades que permitan un acercamiento entre conceptos teóricos y su presencia en tareas sociales, procesos industriales, centros académicos y otras actividades. Es útil, entonces, promover la cooperación entre las y los docentes de ciencias del colegio y profesionales, trabajadores, académicos y personas que pueden contribuir en el proceso educativo.

### GÉNERO

Es importante incentivar a las y los estudiantes a ser parte activa de las distintas instancias de clases e interacciones docente-estudiantes. Las y los docentes deben dar estímulos igualitarios para que las y los jóvenes se involucren de la misma manera tanto en los ejercicios prácticos como en las respuestas y preguntas que se generen en clases. Es esperable que estimulen la confianza y la empatía de las y los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias naturales, por medio de experiencias y situaciones cercanas a sus intereses. Es importante evitar que los y las estudiantes asuman roles diferenciados por género, por ejemplo, que las mujeres sean las responsables de tomar notas, y los hombres, de exponer las conclusiones del grupo.

### USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)

El uso de TIC puede colaborar en la enseñanza de las ciencias naturales, pues aumentan en las y los estudiantes la motivación por aprender y promueven el desarrollo de estrategias necesarias para la vida actual, como la colaboración, la comunicación y la búsqueda y recuperación de información. Existe una amplia variedad de tecnologías que se pueden aprovechar en la sala

de clases, como la pizarra digital, computadores, *software*, sitios webs, redes sociales, revistas electrónicas, entre otras. Sin embargo, más que el tipo de tecnología que se utilice, lo importante es el uso que se le puede dar, por lo que el rol del o de la docente es fundamental. La aparición de las redes sociales y la capacidad de trabajar colaborativamente en espacios virtuales ha significado un cambio en el uso de la tecnología que repercute en el proceso enseñanza-aprendizaje. El uso de redes, internet, aplicaciones en teléfonos móviles, y otros, favorece el trabajo colaborativo entre personas que no necesariamente se encuentran en el mismo lugar o en un mismo momento. Se requiere orientar a las y los estudiantes a usar material e información disponible en fuentes confiables, como revistas y diarios científicos, sitios de noticias y divulgación de la ciencia y la tecnología, videos con respaldo de instituciones académicas o recursos del CRA. Además, se debe promover el uso de sitios web y *software* que incluyen material didáctico, como los mapas conceptuales o mentales, crucigramas, presentaciones interactivas, entre otros.

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Algunas estrategias dentro y fuera del aula que ofrecen a las y los estudiantes oportunidades de experiencias significativas de aprendizaje y que permiten cultivar su interés y curiosidad por la ciencia pueden ser:

- › Observación de imágenes, videos, animaciones, entre otros.
- › Trabajo en terreno con informe de observaciones, mediciones y registros de evidencias.
- › Lectura y análisis de textos de interés científico, noticias científicas, biografías de científicos.
- › Actividades prácticas con registro de observaciones del medio, o experiencias con el cuerpo.
- › Juegos o simulaciones.
- › Elaboración y uso de modelos concretos (como las maquetas, esquemas, dibujos científicos rotulados, organizadores gráficos) y abstractos (como los modelos matemáticos y juegos didácticos).
- › Trabajo cooperativo experimental o de investigación en diversas fuentes de información (como el CRA).
- › Uso de *software* para el procesamiento de datos.
- › Uso de aplicaciones tecnológicas o internet en proyectos de investigación.
- › Uso de simuladores y animaciones virtuales de procesos científicos.
- › Presentación de resultados o hallazgos de investigaciones experimentales o bibliográficas.
- › Participación en espacios de expresión y debates.
- › Actividades que conducen a establecer conexiones con otros sectores.
- › Espacios y actividades de participación y convivencia de las y los estudiantes con el entorno y la comunidad en la cual se encuentra inserto el establecimiento educacional.

### USO DE LA BIBLIOTECA ESCOLAR CRA

Se espera que las y los alumnos visiten la biblioteca escolar CRA y exploren distintos recursos de aprendizaje para satisfacer sus necesidades e intereses mediante el acceso a lecturas de interés y numerosas fuentes, así como para desarrollar competencias de información e investigación. Para ello, es necesario que los y las docentes trabajen coordinadamente con los encargados de la biblioteca para que las actividades respondan efectivamente a los Objetivos Fundamentales que se buscan lograr. La biblioteca escolar CRA puede ser un importante lugar de encuentro para la cooperación y participación de la comunidad educativa. Esta puede cumplir la función de acopio de la información generada por docentes y

estudiantes en el proceso de aprendizaje, de manera de ponerla a disposición de todos. Tanto los documentos de trabajo como los materiales concretos producidos pueden conformar una colección especializada dentro del establecimiento.

## ORIENTACIONES ESPECÍFICAS DE EVALUACIÓN

La evaluación es una dimensión fundamental de la educación. Consiste en un proceso continuo que surge de la interacción entre la enseñanza y el aprendizaje. Implica, además, recopilar una variedad de información que refleje cómo y en qué medida las y los estudiantes logran los Aprendizajes Esperados. Algunos de los propósitos más importantes de este proceso son:

- › Mejorar el aprendizaje de las y los estudiantes y la enseñanza de las y los docentes.
- › Dar oportunidad a los errores para mejorar procesos y estrategias.
- › Determinar las fortalezas y debilidades de las y los estudiantes.
- › Identificar, considerar y respetar la diversidad de ritmos y formas de aprendizajes de las y los estudiantes.
- › Orientar a las y los estudiantes acerca de los progresos de su aprendizaje, la calidad de su trabajo y la dirección que necesitan tomar a futuro.
- › Guiar a las y los docentes en la implementación del currículum.

### ¿QUÉ SE EVALÚA EN CIENCIAS?

De acuerdo con los propósitos formativos del sector, se evalúan tanto los conocimientos científicos fundamentales como las habilidades de pensamiento científico, las actitudes y la capacidad para usar todos estos aprendizajes para resolver problemas cotidianos. Precisamente,

se promueve la evaluación de los Aprendizajes Esperados del Programa mediante tareas o contextos de evaluación que den la oportunidad a las y los estudiantes de demostrar todo lo que saben y son capaces de hacer. De esta manera, se fomenta la evaluación de conocimientos, habilidades y actitudes no en el vacío, sino aplicados a distintos contextos de interés personal y social y con una visión integral y holística de la persona como ser individual y social.

## DIVERSIDAD DE INSTRUMENTOS Y CONTEXTOS DE EVALUACIÓN

Mientras mayor es la diversidad de los instrumentos a aplicar y de sus contextos de aplicación, mayor es la información y mejor es la calidad de los datos que se obtienen de la evaluación, lo que permite conocer con más precisión los verdaderos niveles de aprendizajes logrados por las y los estudiantes. Asimismo, la retroalimentación de los logros a las y los estudiantes será más completa mientras más amplia sea la base de evidencias de sus desempeños. Por otra parte, es recomendable que las y los estudiantes participen en la confección de instrumentos de evaluación o como evaluadores de sus propios trabajos o del de sus compañeros. Esto les permite entender qué desempeño se espera de ellos y ellas y tomar conciencia y responsabilidad progresiva de sus propios procesos de aprendizaje.

A continuación se señalan algunos instrumentos de evaluación que se sugiere usar en ciencias naturales:

### **Informe de laboratorio**

Permite obtener y usar evidencias de las habilidades de pensamiento científico que las y los estudiantes desarrollan durante una actividad de investigación. Se sugiere utilizar este instrumento de manera focalizada en una o varias partes de las etapas de la investigación científica. Al generar breves informes en

tiempos reducidos, las y los estudiantes se concentran y focalizan solo en algunas habilidades. Asimismo, la o el docente puede retroalimentar el aprendizaje de habilidades de manera oportuna, ya que requiere menos tiempo de corrección. Una modalidad alternativa del informe de laboratorio puede ser el póster.

### **Rúbricas**

Son escalas que presentan diferentes criterios a evaluar, en cada uno de los cuales se describen los respectivos niveles de desempeño. Son particularmente útiles para evaluar el logro de las habilidades en investigaciones científicas, actividades prácticas, presentaciones, construcción de modelos, proyectos tecnológicos, pósteres, diarios murales, entre otros. Se recomienda usarlas desde el inicio de las actividades para permitir a las y los estudiantes comprender qué se espera de ellos.

### **Formulario KPSI (*Knowledge and Prior Study Inventory*)**

Es un formulario o informe que responde una o un estudiante con respecto a lo que cree saber sobre un conocimiento ya enseñado, que se está enseñando o que se va a enseñar. Es útil para el proceso de autoevaluación y para verificar aprendizajes previos.

### **V de Gowin**

Es una forma gráfica de representar la estructura del aprendizaje que se quiere lograr. Ordena los elementos conceptuales y metodológicos que interactúan en una acción experimental o en la resolución de un problema. Es útil para verificar si un estudiante relaciona correctamente las evidencias empíricas y datos con la teoría correspondiente.

### **Escala de valoración**

Mide una graduación del desempeño de las y los estudiantes de manera cuantitativa y cualitativa, de acuerdo a criterios preestablecidos. Antes de aplicar la escala de

valoración, las y los estudiantes deben conocer los criterios que se considerarán. Se recomienda usarla desde el inicio de las actividades para permitir a las y los estudiantes comprender qué se espera de ellos. Este instrumento es útil para evaluar las habilidades de pensamiento científico y las actitudes.

### **Lista de cotejo**

Señala de manera dicotómica los diferentes aspectos que se quieren observar en la o el estudiante o en el grupo; es decir, está o no presente, Sí/No, Logrado/No logrado, entre otros. Es especialmente útil para evaluar si las y los estudiantes desarrollaron habilidades relacionadas con el manejo de instrumentos científicos y la aplicación de las normas de seguridad.

### **Modelos**

Son representaciones mentales, matemáticas o gráficas de algún aspecto del mundo. En muchos casos, permiten revelar la imagen mental que las y los estudiantes desarrollan al aprender de fenómenos y procesos. Usan analogías para expresar y explicar mejor un objeto o fenómeno. Debido a que las representaciones son interpretaciones personales, pueden presentar variaciones. Algunos modelos a considerar son:

- › **MODELOS CONCRETOS**  
Muestran la creatividad y el conocimiento; el uso y dominio de vocabulario y procesos de investigación de las y los estudiantes; el uso de diversos materiales, como maquetas, figuras y modelos 3D, entre otros. Son útiles para evaluar los conceptos o procesos más abstractos.
- › **ESQUEMAS Y DIBUJOS CIENTÍFICOS ROTULADOS**  
Son instrumentos de registro, descripción e identificación de estructuras y procesos científicos. Por medio de ellos se recoge información de la o del estudiante

relacionada con su nivel de observación, comprensión del proceso representado y uso y dominio del vocabulario.

› ORGANIZADORES GRÁFICOS

Son instrumentos, como los mapas conceptuales o los diagramas, que permiten recoger evidencias importantes del aprendizaje alcanzado por las y los estudiantes. Facilitan el desarrollo de la capacidad para establecer relaciones entre los diferentes conceptos aprendidos. Además de organizar la información y permitir que comprendan los procesos por medio de la relación entre ideas, estos instrumentos desafían a las y los estudiantes a aplicar su máxima creatividad en la síntesis del contenido que aprenden.

› MODELOS MATEMÁTICOS

Son representaciones numéricas, algebraicas o gráficas que sintetizan patrones de comportamiento de variables y las relacionan mediante operaciones matemáticas. Son útiles para procesar datos y evidencias, comprender procesos, expresar proposiciones científicas e integrar las ciencias naturales con otras disciplinas.

# Habilidades de pensamiento científico

Las habilidades de pensamiento científico deben desarrollarse de manera transversal a los conocimientos de las ciencias naturales. Estas habilidades han sido integradas en las unidades de los semestres correspondientes, sin embargo, se exponen los Aprendizajes Esperados e Indicadores de

Evaluación por separado, para darles mayor visibilidad y apoyar su reconocimiento por parte de las y los docentes. Asimismo, se sugiere considerar estas habilidades cuando elaboren actividades de acuerdo a los Aprendizajes Esperados del sector.

APRENDIZAJES ESPERADOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO
<p><b>HPC 01</b> Comprender la complejidad y la coherencia del pensamiento científico en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Explican, a partir de investigaciones clásicas o contemporáneas, cómo la coherencia de los procedimientos permitió el desarrollo de nuevos conocimientos.</li> <li>› Describen la coherencia entre etapas de investigaciones científicas como los resultados y las conclusiones, y otras como la hipótesis planteada y los procedimientos empleados.</li> <li>› Justifican las investigaciones científicas de acuerdo a su contexto histórico y cultural.</li> </ul>
<p><b>HPC 02</b> Explicar la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Describen la relación existente entre los diferentes pasos en investigaciones clásicas o contemporáneas.</li> <li>› Justifican procedimientos usados considerando el problema planteado, los recursos y los conocimientos disponibles en el momento de la investigación científica.</li> </ul>
<p><b>HPC 03</b> Procesar e interpretar datos de investigaciones científicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ordenan datos utilizando procedimientos y medios tecnológicos apropiados.</li> <li>› Grafican y tabulan datos de investigaciones científicas.</li> <li>› Ilustran, por medio de modelos, procesos y resultados de investigaciones científicas.</li> <li>› Explican los datos de investigaciones relacionándolos con conocimientos en estudio.</li> </ul>

APRENDIZAJES ESPERADOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO
<p><b>HPC 04</b> Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Asocian datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio.</li> <li>› Explican procesos y fenómenos apoyándose en teorías y conceptos científicos en estudio.</li> </ul>
<p><b>HPC 05</b> Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Analizan evidencias presentes en controversias públicas científicas y tecnológicas.</li> <li>› Elaboran informes de investigaciones bibliográficas sintetizando informaciones y opiniones en relación con debates de asuntos científicos y tecnológicos.</li> <li>› Argumentan, con un lenguaje científico pertinente, implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de asuntos científicos y tecnológicos que se encuentran en debates de interés público en el ámbito local, nacional e internacional.</li> </ul>

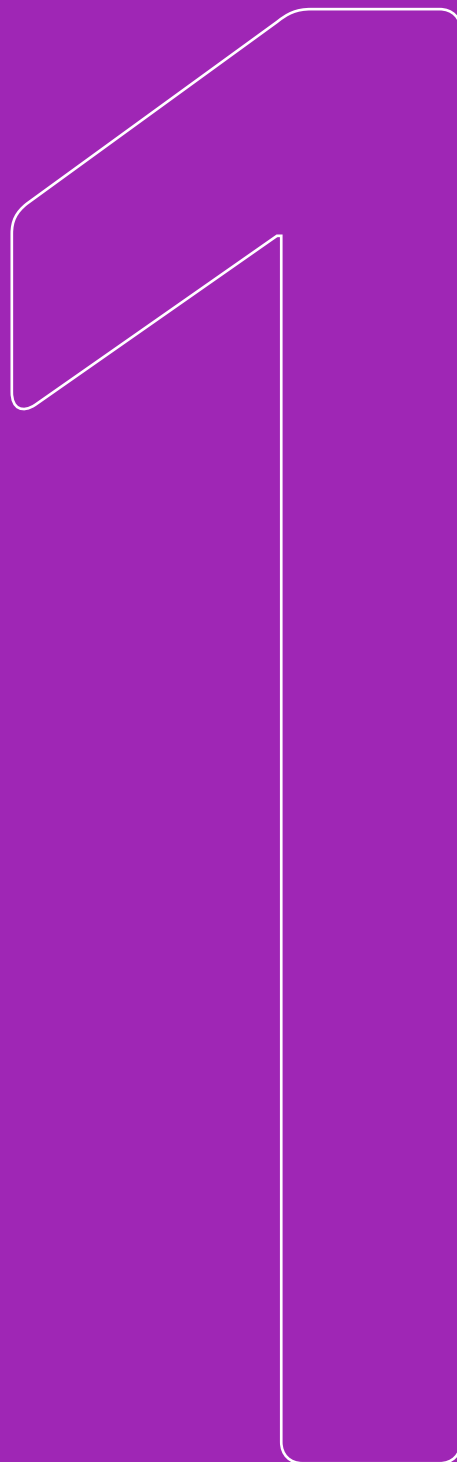
# Visión global del año

## APRENDIZAJES ESPERADOS POR SEMESTRE Y UNIDAD | CUADRO SINÓPTICO

SEMESTRE 1		SEMESTRE 2	
UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3	UNIDAD 4
Termoquímica	Termodinámica	Cinética química	Equilibrio químico
<p><b>AE 01</b> Caracterizar los diferentes tipos de sistemas en los que ocurren los cambios de energía asociados a las reacciones químicas.</p>	<p><b>AE 04</b> Caracterizar el flujo de calor que hay en las reacciones químicas a presión constante por medio de la entalpía como función termodinámica.</p>	<p><b>AE 07</b> Explicar los principales factores que influyen en la velocidad con que transcurren diferentes reacciones químicas del entorno.</p>	<p><b>AE 11</b> Explicar los fundamentos y naturaleza del equilibrio químico que alcanzan algunas reacciones químicas del entorno y su clasificación en equilibrios homogéneos y heterogéneos.</p>
<p><b>AE 02</b> Describir la transferencia y cambios de energía que ocurren en diferentes reacciones químicas del entorno.</p>	<p><b>AE 05</b> Explicar procesos espontáneos y no espontáneos que ocurren en las reacciones químicas y su relación con la entropía como función termodinámica.</p>	<p><b>AE 08</b> Interpretar, mediante la obtención, organización y procesamiento de información, la velocidad de las reacciones químicas del entorno y su variación en el tiempo.</p>	<p><b>AE 12</b> Procesar e interpretar información que permite definir la constante de equilibrio de diversas reacciones químicas del entorno y su relación con la velocidad de reacción.</p>
<p><b>AE 03</b> Explicar la ley de conservación de la energía basándose en el cambio de energía interna, el calor y el trabajo de un sistema.</p>	<p><b>AE 06</b> Predecir la espontaneidad, o no espontaneidad y el equilibrio de una reacción química mediante las variaciones de la energía libre.</p>	<p><b>AE 09</b> Describir mecanismos de reacción que ocurren en la formación de productos a partir de diferentes reactantes.</p>	<p><b>AE 13</b> Predecir la respuesta de una reacción química en equilibrio basándose en los diversos factores que intervienen en ella y de acuerdo con el principio de Le Châtelier.</p>
		<p><b>AE 10</b> Caracterizar el proceso de catálisis, los tipos de catalizadores y su acción en la variación de la rapidez de una reacción química.</p>	<p><b>AE 14</b> Relacionar la variación de energía libre con la constante de equilibrio como forma de predecir el estado de equilibrio en reacciones gaseosas ideales.</p>
16 horas pedagógicas	16 horas pedagógicas	22 horas pedagógicas	22 horas pedagógicas



# Semestre



# UNIDAD 1

## TERMOQUÍMICA

---

### PROPÓSITO

---

Esta unidad promueve el estudio de algunos fundamentos básicos de termoquímica, como el reconocimiento de los diferentes sistemas en los que ocurren las reacciones químicas y cómo en ellas se provocan transferencia y cambios de energía. Para ello, se espera que los y las estudiantes reconozcan la clasificación de las reacciones químicas, según su liberación o absorción de energía, y las principales propiedades que se presentan en la calorimetría. Esta unidad aborda también el estudio de la ley de conservación de la energía sobre la base del cambio de energía interna, el calor y el trabajo que se provoca en un sistema.

En conjunto con lo anterior, promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, como el procesamiento e interpretación de información mediante la tabulación y construcción de diagramas, además de la formulación de explicaciones y la indagación de información para apoyar dichas explicaciones y argumentos.

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

---

- › Factores que permiten la formación de diversos compuestos mediante reacciones químicas, como cantidad de sustancia, presión, volumen y temperatura.
- › Ley de conservación de la materia.
- › Reacciones químicas e identificación de reactantes y productos.
- › Relaciones estequiométricas en las reacciones químicas.
- › Propiedades coligativas de las soluciones.

### CONCEPTOS CLAVE

---

Sistema, alrededores, calor, trabajo, sistema abierto, sistema cerrado, sistema aislado, transferencia de energía, reacción exergónica, reacción endergónica, reacción exotérmica, reacción endotérmica, capacidad calorífica, variación de temperatura, equilibrio térmico, energía interna, función de estado, función de trayectoria, conservación de la energía.

## CONTENIDOS

---

- › Transferencia y cambios de energía en reacciones químicas del entorno.
- › Transformaciones de la energía calórica que acompañan los procesos químicos.
- › Ley de conservación de la energía en reacciones químicas.

## HABILIDADES

---

- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

## ACTITUDES

---

- › Interés.
- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Originalidad.

## APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que las y los estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Los y las estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p><b>AE 01</b> Caracterizar los diferentes tipos de sistemas en los que ocurren los cambios de energía asociados a las reacciones químicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Definen, en forma oral y escrita, conceptos termoquímicos de sistema, alrededores, trabajo y calor.</li> <li>› Clasifican los sistemas termoquímicos en estudio como “abiertos”, “cerrados” y “aislados”.</li> <li>› Establecen similitudes y diferencias entre las clasificaciones de sistema termoquímico.</li> <li>› Dan ejemplos de sistemas abiertos, cerrados y aislados del entorno.</li> <li>› Identifican la participación del calor y el trabajo como formas de transferencia de energía, en la ocurrencia de una reacción química.</li> <li>› Describen procesos termodinámicos llevados a cabo en un sistema: isotérmico, isocórico, isobárico, adiabático.</li> </ul>
<p><b>AE 02</b> Describir la transferencia y cambios de energía que ocurren en diferentes reacciones químicas del entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Diferencian las reacciones químicas del entorno en endergónicas y exergónicas, según la transferencia y el flujo de energía.</li> <li>› Argumentan, mediante evidencias, la absorción y liberación de calor en reacciones químicas del entorno.</li> <li>› Elaboran diagramas o gráficos para explicar la participación del calor en las reacciones exotérmicas y endotérmicas.</li> <li>› Procesan datos para la medición del calor en reacciones químicas del entorno.</li> <li>› Exponen la importancia de la capacidad calorífica (C), la masa de la sustancia (m) y la variación de temperatura (<math>\Delta T</math>) para la medición del calor.</li> <li>› Determinan el punto de equilibrio térmico entre dos cuerpos que se ponen en contacto con distinta temperatura.</li> <li>› Debaten sobre la importancia de sustancias termorreguladoras en los procesos vitales de seres vivos y del planeta.</li> </ul>
<p><b>AE 03</b> Explicar la ley de conservación de la energía basándose en el cambio de energía interna, el calor y el trabajo de un sistema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Definen la energía interna (U o E) como la energía total del sistema (reacción química).</li> <li>› Relacionan la variación de la energía interna (<math>\Delta U</math> o <math>\Delta E</math>) con el calor y el trabajo en un sistema.</li> <li>› Diferencian la función de estado de la función de trayectoria en un sistema termodinámico.</li> <li>› Identifican la energía interna como función de estado, y al calor y al trabajo como funciones de trayectoria.</li> <li>› Interpretan la ley de conservación de la energía en una reacción química mediante el calor, el trabajo y la energía interna.</li> </ul>

- › Interesarse por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad.

## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

### TERMOQUÍMICA

El desarrollo de la termoquímica debe ser presentado desde el análisis cualitativo de los sistemas en estudio, profundizando en el desarrollo de los conceptos mediante la construcción de modelos y la permanente inclusión de ejemplos y situaciones cotidianas que le den sentido y un contexto. El estudio cuantitativo debe ser abordado desde la caracterización de la calorimetría y la ley de conservación de la energía. Es importante considerar que la conservación de la energía es base para el posterior desarrollo y estudio de la primera ley de la termodinámica.

En esta unidad es fundamental mantener el foco en las reacciones químicas y en las diferencias que existen entre reacciones endergónicas, exergónicas, endotérmicas y exotérmicas. Se recomienda que la ejemplificación de dichas reacciones incluya su aplicación y utilidad también en el ámbito tecnológico, por ejemplo, utilizando casos de procesos industriales o biológicos, para generar conexión con otras áreas del quehacer científico.

También es importante considerar los preconceptos que tienen las y los estudiantes sobre sistema, calor, trabajo, reacciones químicas y su relación con la absorción y liberación de energía y, basándose en ellos, construir los conocimientos correspondientes sobre termoquímica.

Las diferentes unidades de medida de energía, calor y trabajo se deben abordar de manera general, centrando la atención en aquellas que serán de utilidad para los conocimientos posteriores.

Se sugiere contextualizar permanentemente los contenidos tratados, en particular, sus diversas aplicaciones tecnológicas y ambientales. También se recomienda a la o el docente utilizar gráficos para el análisis de los sistemas químicos versus la energía.

Las actividades propuestas y aquellas que la o el docente elabore son también oportunidades para reforzar aprendizajes propios de otros sectores de aprendizaje.

## HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Esta unidad permite ejercitar y aplicar habilidades científicas aprendidas en años anteriores, tales como observar, formular preguntas, hipótesis, explicaciones y predicciones, y organizar e interpretar datos. Las actividades promueven la experimentación más bien como demostraciones, cuyo sentido es ayudar a una mejor comprensión de algunos fenómenos en estudio. En este nivel se espera que los y las estudiantes desarrollen las experiencias con gran autonomía.

Además, se requiere un manejo matemático de los contenidos que no plantea mayores complejidades a la o el estudiante, pero que la y lo obliga a enfrentar los conceptos con rigor y precisión. Asimismo, la adecuada interpretación de los datos de calorimetría supone el manejo de los conceptos subyacentes. Por tanto, la unidad es una buena ocasión para profundizar la habilidad de los estudiantes de organización e interpretación de datos.

Es recomendable abordar las aplicaciones industriales y el impacto ambiental, relacionados con los contenidos en estudio, en términos de problemas que los propios estudiantes deben plantear y para los cuales pueden proponer soluciones, aunque sean tentativas.

## SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

1

U1

- Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.

AE 01

Caracterizar los diferentes tipos de sistemas en los que ocurren los cambios de energía asociados a las reacciones químicas.

1. Construyen un modelo de universo (sistema con su entorno), por medio de un esquema o dibujo, basándose en elementos cotidianos (como un hervidor, una olla a presión, una taza de café recién preparada o un cubo de hielo), para identificar, por medio de rotulación, los siguientes conceptos: sistema, alrededor, límite de sistema y entorno. Indagan con ayuda de fuentes confiables de información (libros, revistas o sitios de internet) para definir los conceptos caracterizados. Finalmente, exponen el modelo y lo analizan en conjunto con sus pares, aportando a la definición ya construida.
2. Se les presentan a las y los estudiantes diversos elementos de la vida cotidiana (por ejemplo, un vaso de agua, una bebida gaseosa, un guatero, un ser vivo, un automóvil, una célula), los cuales se establecen como sistemas de estudio. Se les solicita que describan las características de estos sistemas y que los comparen con respecto a la capacidad de transferencia de materia y energía de cada uno de ellos con el entorno. Clasifican los sistemas como abierto, cerrado o aislado y exponen al curso sus conclusiones, como similitudes y diferencias entre cada sistema.
3. Eligen un lugar que visitan frecuentemente, como su propia casa, una plaza, un restaurant o un lugar del colegio. Modelan el espacio seleccionado por medio de un dibujo o esquema y ejemplifican en el modelo los sistemas abiertos, cerrados y aislados. Luego, dialogan sobre lo trabajado, con moderación del o la docente, para evaluar su diseño.

### Observaciones a la o el docente

Idealmente, esta actividad se debe llevar a cabo de forma empírica, para que los y las estudiantes, por medio de la experiencia, observen e identifiquen los diferentes sistemas y su utilidad en la vida cotidiana. En el caso de no ser posible que realicen la actividad propuesta, se recomienda utilizar diversos recursos (videos, fotografías, entre otros) que faciliten a la o el estudiante construir una imagen mental de los distintos tipos de sistemas.

4. Se entrega a las y los estudiantes el siguiente relato:  
Una muestra de 16 moles de gas ideal diatómico se encuentra inicialmente a una temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$  y a una presión  $P_1 = 0,987 \text{ atm}$ , y ocupa un volumen  $V_1 = 400 \text{ L}$ . El gas se expande adiabáticamente hasta ocupar un volumen  $V_2 = 1200 \text{ L}$  y alcanzar una presión  $P_2 = 0,212 \text{ atm}$  y una temperatura  $T_2 = 194 \text{ K}$ . Posteriormente, se comprime isotérmicamente hasta que su volumen es otra vez el inicial (400 L) y su presión es  $P_3 = 0,636 \text{ atm}$ . Por último, vuelve a su estado inicial mediante una transformación isocórica.  
A continuación se les solicita que:
- Caractericen cada estado del sistema con los valores de  $P$ ,  $V$ ,  $T$  y  $n$ .
  - Indiquen los procesos que se llevan a cabo y las propiedades que permanecen constantes en cada proceso.
  - Dibujen el ciclo en un diagrama  $P$ - $V$ .

#### Observaciones a la o el docente

Esta actividad pretende que los y las estudiantes describan cada estado del sistema y los procesos que este experimenta. Por lo tanto, el foco no es describir sus transformaciones con las leyes de los gases.

5. Investigan en diversas fuentes las propiedades de un sistema termodinámico, tales como presión, temperatura, volumen, trabajo, energía y calor. Indagan respecto de la dependencia de estas variables de la trayectoria que siguen en un cambio determinado. Explican, en forma oral y/o escrita, aquellas propiedades que son funciones de estado y aquellas que no lo son, estableciendo diferencias y similitudes cuando corresponda.
6. Investigan acerca de cómo funciona un globo de aire caliente, estableciendo en dicho sistema cómo actúa el calor y el trabajo para lograr su fin (viajar por el aire).

#### AE 02

Describir la transferencia y cambios de energía que ocurren en diferentes reacciones químicas del entorno.

1. En un vaso de precipitado agregan 20 mL de  $\text{HCl } 1 \text{ M}$  y registran la temperatura. Agregan una granalla de zinc, previamente lijada y comienzan a medir la temperatura del sistema cada 10 segundos, hasta completar 5 minutos. Grafican la temperatura (eje  $y$ ) en función del tiempo (eje  $x$ ). Interpretan el gráfico, indicando si el sistema es exotérmico o endotérmico.



2. En un vaso precipitado agregan 50 mL de agua caliente, registran la temperatura y vierten el agua caliente en un vaso de plumavit. En un segundo vaso precipitado agregan 50 mL de agua fría y registran la temperatura. Luego, vierten el agua fría sobre el agua caliente, tapando el sistema (vaso de plumavit) y registran la máxima temperatura alcanzada por la mezcla. Calculan la temperatura de equilibrio basándose en la expresión de calorimetría. A continuación, formulan explicaciones para las temperaturas obtenidas y relacionan estos resultados con la cantidad de masa de agua usada. Para finalizar, responden las preguntas: ¿Influye la cantidad de agua usada? ¿Influye el tipo de líquido usado?

**Observaciones a la o el docente**

Para obtener el agua caliente puede usar un hervidor, mechero, entre otros, procurando una temperatura mínima de 70 °C.

Al trabajar con agua caliente es importante mantener las medidas de seguridad correspondientes para evitar quemaduras por contacto.

3. Construyen un calorímetro. Para ello, disponen de un vaso de plumavit e introducen en él 100 mL de agua. Realizan un agujero, en el centro de un círculo de cartón, del tamaño apropiado para que pueda ser insertado el bulbo de un termómetro. Empujan el termómetro a través del cartón, llevándolo suficientemente lejos para que se sumerja en el agua sin tocar el fondo. Fijan el termómetro envolviendo con un elástico la porción que queda fuera de la tapa, justo por arriba de la superficie del cartón (esto impedirá que se deslice mientras trabajan). Ponen la tapa sobre el calorímetro y disponen el vaso sobre la base de un soporte de aro (u otro similar). Dejan suficiente espacio para sacudir el vaso sin chocar con el termómetro. Registran la temperatura del agua antes de agregar alguna sustancia. Levantan la tapa, manteniendo el termómetro en el agua, y agregan, por ejemplo, cloruro de calcio. Cierran la tapa y suavemente agitan el vaso, haciendo pausas cada 20 segundos para anotar la temperatura que marca el termómetro. Dejan de agitar después de 3 minutos. Responden: ¿Cuáles son los fundamentos termoquímicos del calorímetro?

**Observaciones a la o el docente**

Para obtener fundamentos anexos y otras alternativas para la construcción de un calorímetro, se sugiere revisar los siguientes links:  
[http://www.ehowenespanol.com/construir-calorimetro-como\\_14335/](http://www.ehowenespanol.com/construir-calorimetro-como_14335/).  
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Como-Construir-Un-Calor%C3%ADmetro/1812009.html>.  
<http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2008/29.pdf>.

4. Se les entregan los siguientes valores de calores específicos: agua 1 cal/(g °C); aire seco 0,241 cal/(g °C); concreto 0,22 cal/(g °C); vidrio 0,186 cal/(g °C). Interpretan cuál es el significado de los calores específicos de cada sustancia. Explican cuál de las sustancias experimenta un aumento mayor de temperatura al aplicar cierta cantidad de calor. Indagan sobre la relación del calor específico y el efecto termorregulador del agua en zonas costeras del país, discutiendo la siguiente afirmación: “En zonas costeras, la temperatura registrada suele ser menor a la temperatura en las zonas interiores de una región”.
5. Indagan diferentes tipos de reacciones químicas del entorno en las que exista variación de energía. Las registran identificando la situación cotidiana en las que se presentan. Elaboran un cuadro (como el que se muestra) que indique el tipo de reacción en función del cambio energético y si absorbe o libera energía en forma de calor. En cada identificación del tipo de reacción, marcan y argumentan el porqué de dicha clasificación, explicando brevemente sus argumentos. Exponen ante el curso las tablas construidas, recibiendo la retroalimentación del o la docente y de los y las demás estudiantes. Se recomienda que, al finalizar la actividad, cada estudiante presente un gráfico de energía de una reacción exotérmica y endotérmica.

Reacción química	Endergónicas	Exergónicas	Endotérmicas	Exotérmicas
Ejemplo: Combustión del metano. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$		Reacción que libera luz y calor.		Reacción que libera luz y calor.

#### Observaciones a la o el docente

Para reforzar los conocimientos de las reacciones exotérmicas y endotérmicas, se sugiere visitar los siguientes links:

<http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/quimica/infocab/unidad114.html>.

<http://www.quimitube.com/videos/definicion-de-entalpia-de-reaccion-endotermica-y-exotermica>.

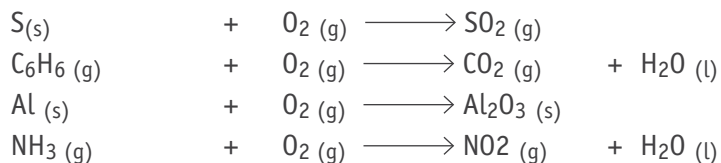
1. Inflan un globo con aire y lo ponen en un recipiente con agua caliente. Registran la temperatura y sus observaciones en torno al cambio de tamaño (volumen) y el tipo de proceso (exotérmico o endotérmico). Repiten el procedimiento, pero, esta vez, el recipiente contiene agua y hielo. Vuelven a registrar la temperatura y el tamaño. Luego, contestan las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué globo tiene más energía interna?
  - b. ¿Cuál es el trabajo del sistema?
  - c. ¿Qué consideraciones debemos tener en relación con la transferencia de energía en el sistema?

**Observaciones a la o el docente**

Puede repetir la actividad propuesta usando globos amarrados a la boca de un matraz Erlenmeyer, calentándolos suavemente en un mechero o manta calefactora. También se sugiere el uso de jeringas para medir el volumen con mayor precisión.

4. Analizan la siguiente situación en términos de calor y trabajo:  
Un estudiante está practicando un deporte y se lastima un tobillo. La profesora de educación física utiliza bolsas frías para evitar la inflamación y el dolor.  
Luego, los y las estudiantes explican, en términos del flujo de energía, cómo la bolsa fría trabaja en un tobillo lastimado.
5. Se les presenta la siguiente situación y contestan las preguntas:  
En un automóvil, la bencina pasa por un pistón en forma gaseosa. Si este gas encerrado libera una cantidad de calor igual a 85 calorías, ocasionando una energía interna de 45 calorías, ¿qué cantidad de trabajo se desarrolla durante el proceso? Indique si el sistema libera o absorbe cada una de las cantidades de energía involucradas.

6. Argumentan y describen la ley de conservación de la energía, en términos del cambio de energía interna como variable de estado, en las siguientes reacciones químicas:



#### Observaciones a la o el docente

Esta sencilla actividad persigue que las y los estudiantes reconozcan la ley de conservación de la energía a partir de la energía interna como función de estado; es decir, midiendo su estado inicial y final respectivamente ( $\Delta E = E_f - E_i$ ). En este sentido, el o la docente puede reforzar las diferencias con las variables de trayectoria.

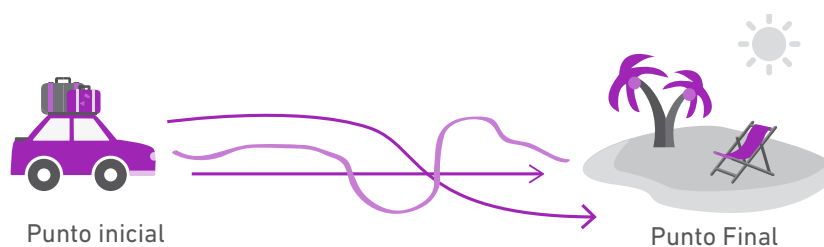
7. Investigan diferentes sistemas definidos en los que se producen reacciones químicas del entorno y en los que se cumplen al menos las siguientes características:

- Existe trabajo realizado por el sistema sobre los alrededores.
- Existe trabajo realizado por los alrededores sobre el sistema.
- Existe calor absorbido por el sistema de los alrededores (proceso endotérmico).
- Existe calor absorbido por los alrededores del sistema (proceso exotérmico).

Elaboran diagramas y los exponen en una presentación ante el curso, promoviendo su discusión y análisis colectivo. Finalmente, concluyen con la orientación del o la docente.

5. Se presenta la siguiente afirmación: “Si deseo viajar de un lugar a otro, no importa qué camino siga, solo importa el inicio y el destino”.

A continuación, los y las estudiantes reflexionan y responden: ¿En qué se parece esta afirmación al desafío de calentar un vaso con agua, sin importar el medio a usar, sino que solo alcanzar la temperatura ideal para preparar un café?

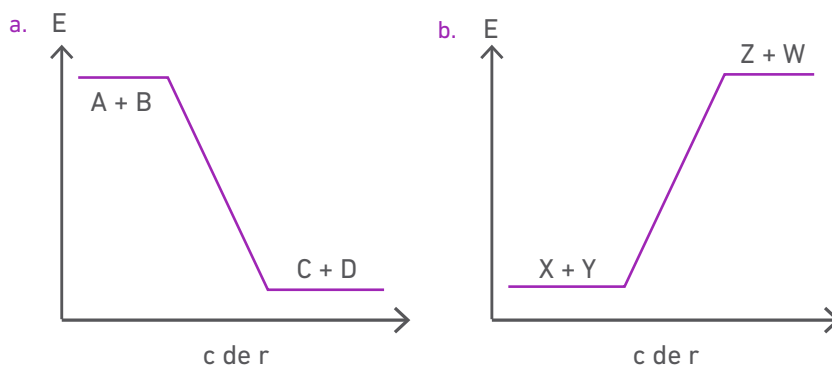


## EJEMPLO DE EVALUACIÓN

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<b>AE 02</b> Describir la transferencia y cambios de energía que ocurren en diferentes reacciones químicas del entorno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Diferencian las reacciones químicas del entorno en endergónicas y exergónicas, según la transferencia y el flujo de energía.</li> <li>› Argumentan, mediante evidencias, la absorción y liberación de calor en reacciones químicas del entorno.</li> <li>› Elaboran diagramas o gráficos para explicar la participación del calor en las reacciones exotérmicas y endotérmicas.</li> <li>› Procesan datos para la medición del calor en reacciones químicas del entorno.</li> </ul>
<b>HPC 03</b> Procesar e interpretar datos de investigaciones científicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ordenan datos utilizando procedimientos y medios tecnológicos apropiados.</li> <li>› Explican los datos de investigaciones relacionándolos con los conocimientos en estudio.</li> </ul>

## ACTIVIDAD PROPUESTA

Observe:



En las figuras (a) y (b) se muestran dos tipos de gráficos que ilustran correspondientemente dos tipos de reacciones químicas:



Realice las siguientes actividades:

- a. Ubique los reactantes y los productos en el gráfico.
- b. Identifique el tipo de reacción química (exergónica y/o endergónica) que ilustra cada gráfico y argumente su clasificación.

- c. Responda: ¿Todas las reacciones pueden ser clasificadas como exergónicas o endergónicas? Si la energía liberada o absorbida fuera en términos de calor (energía térmica), ¿cómo se clasificaría cada una de las reacciones anteriores?
- d. Identifique al menos una reacción cotidiana que ilustre las situaciones (a) y (b) en términos de energía térmica (calor) y formule explicaciones sobre su utilidad para los seres vivos y/o el ambiente. Responda: ¿Existen dispositivos tecnológicos que utilicen este tipo de reacciones para satisfacer necesidades de la sociedad?

## ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Ubica en la región del gráfico que corresponde los reactantes y productos de cada reacción.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Explica cada reacción química en función de la energía y del gráfico que le corresponde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Clasifica cada una de las reacciones químicas: (a) exergónicas y (b) endergónicas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Clasifica en reacciones exotérmicas y/o endotérmicas, en función de la liberación y/o absorción de calor (energía térmica).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Menciona una reacción química exotérmica y una reacción química endotérmica que se presente en el entorno.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Da ejemplos y explica dispositivos tecnológicos que manifiestan la presencia de reacciones químicas exotérmicas y/o endotérmicas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**N** = Nunca logrado

**O** = Ocasionalmente logrado

**CS** = Casi siempre logrado

**S** = Siempre logrado

# UNIDAD 2

## TERMODINÁMICA

1

U2

### PROPÓSITO

En esta unidad, se espera que los y las estudiantes analicen y comprendan los sistemas a partir de flujos de calor que ocurren en las diferentes reacciones químicas a presión constante. Se pretende que reconozcan la entalpía y la entropía como funciones termodinámicas que permiten predecir y analizar el comportamiento de un sistema y que pueden ser determinadas numéricamente, considerando la energía libre de Gibbs como parte del análisis del sistema.

En conjunto con lo anterior, la unidad promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, como el procesamiento y organización de información mediante la tabulación, construcción de diagramas y su respectiva interpretación, además de la formulación de explicaciones y la indagación, obtención y procesamiento de información como base del análisis de un sistema.

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

- › Transferencia y cambios de energía en reacciones químicas del entorno.
- › Transformaciones de la energía calórica que acompañan los procesos químicos.
- › Ley de conservación de la energía en reacciones químicas.

### CONCEPTOS CLAVE

Flujo de calor, entalpía, entalpía de cambio físico, entalpía de cambio químico, ley de Hess, proceso espontáneo, proceso no espontáneo, equilibrio de un sistema, grado de aleatoriedad, entropía, primera ley de la termodinámica, segunda ley de la termodinámica, energía libre de Gibbs.

## CONTENIDOS

---

- › Caracterización de flujos de calor que ocurren en las reacciones químicas.
- › Aplicación de leyes y factores energéticos asociados a la reactividad (entalpía, entropía y energía libre).
- › Determinación teórica de la espontaneidad o no espontaneidad de las reacciones químicas y del equilibrio de un sistema.

## HABILIDADES

---

- › HPC 01: Comprensión de la complejidad y la coherencia del pensamiento científico en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.
- › HPC 02: Explicación de la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.
- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

## ACTITUDES

---

- › Interés.
- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Originalidad.
- › Protección del entorno.
- › Pensamiento crítico y reflexivo.
- › Respeto.



## APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que las y los estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Los y las estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p><b>AE 04</b> Caracterizar el flujo de calor que hay en las reacciones químicas a presión constante por medio de la entalpía como función termodinámica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ilustran, mediante diagramas o modelos, la primera ley de la termodinámica.</li> <li>› Relacionan el flujo de calor de una reacción química con el calor de reacción o cambio de entalpía a presión constante.</li> <li>› Clasifican la entalpía en entalpías de cambio físico (fusión, vaporización, sublimación) y en entalpías de cambio químico (reacción, formación, combustión) en diversas reacciones químicas.</li> <li>› Determinan entalpías de una reacción química utilizando entalpías de formación de reactivos y productos.</li> <li>› Aplican la ley de Hess para determinar el cambio total de entalpía en una reacción química.</li> <li>› Exponen, en forma oral y escrita, la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos que desarrolló el proceso Haber.</li> <li>› Comparan la eficiencia de diferentes combustibles mediante la entalpía de combustión.</li> </ul>
<p><b>AE 05</b> Explicar procesos espontáneos y no espontáneos que ocurren en las reacciones químicas y su relación con la entropía como función termodinámica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Definen procesos espontáneos y no espontáneos en las reacciones químicas, diferenciándolos de la rapidez con la que transcurren.</li> <li>› Dan ejemplos de reacciones químicas espontáneas y no espontáneas del entorno.</li> <li>› Relacionan la espontaneidad o no espontaneidad de una reacción química con el grado de aleatoriedad (desorden) de las moléculas que participan en ella y de los alrededores.</li> <li>› Representan, con modelos, que la entropía de un sistema y alrededores aumenta en procesos espontáneos (segunda ley de la termodinámica).</li> <li>› Identifican la espontaneidad o no espontaneidad de una reacción química mediante la variación de entropía total.</li> <li>› Establecen similitudes y diferencias entre las variaciones de entropía total y entalpía en reacciones químicas espontáneas y no espontáneas.</li> <li>› Describen el funcionamiento de máquinas térmicas basándose en la segunda ley de la termodinámica y dan ejemplos de ellas.</li> </ul>
<p><b>AE 06</b> Predecir la espontaneidad o no espontaneidad y el equilibrio de una reacción química mediante las variaciones de la energía libre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Argumentan la utilidad de la energía libre de Gibbs (G) para medir las variaciones de energía de las reacciones químicas como sistema.</li> <li>› Calculan la variación de la energía libre de Gibbs en diferentes reacciones químicas del entorno.</li> <li>› Interpretan los valores de la variación de la energía libre para determinar si una reacción química es espontánea, no espontánea o no se encuentra en equilibrio.</li> <li>› Ilustran la dependencia de la espontaneidad de una reacción química del entorno de la temperatura.</li> <li>› Explican la dependencia de la energía libre de Gibbs de la temperatura, presión, estado físico y concentración.</li> </ul>

- › Interés por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad.
- › Valorar la vida en sociedad.
- › Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- › Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio de igualdad de derechos.
- › Respetar y valorar las ideas distintas de las propias.

## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

### TERMODINÁMICA

En esta unidad se deben considerar las características y propiedades de las variables energéticas de un sistema, especialmente, aquellas asociadas al calor, y las funciones termodinámicas. En este sentido, es adecuado abordar la primera y segunda ley de la termodinámica desde las variables y las funciones de estado (entalpía y entropía) mediante la elaboración de diagramas y modelos que caractericen el comportamiento de un sistema en estudio, para posteriormente avanzar sobre el tratamiento cuantitativo del mismo. Se recomienda también poner especial cuidado en la aplicación de la convención de los signos y su significado.

Para la comprensión de los procesos químicos involucrados en el estudio de la unidad es fundamental enfatizar la utilidad de la aplicación de la ley de Hess en la caracterización termodinámica de las reacciones químicas. El tratamiento cuantitativo debe ser abordado de manera simple, enfocándose en el proceso termodinámico químico antes que en la habilidad y medición matemática.

Es importante relacionar los contenidos de termodinámica de esta unidad con los estudiados en la unidad anterior de termoquímica, además de los conocimientos desarrollados en años anteriores y las ideas previas sobre reacciones químicas y estequiometría.

Las diferentes unidades de las variables de estado involucradas se deben abordar de manera general, centrandó la atención en aquellas que serán de utilidad para los conocimientos posteriores y aplicaciones. Se recomienda precisar que la temperatura juega un rol clave en la caracterización termodinámica en estudio.

Se sugiere contextualizar permanentemente los contenidos tratados, en particular, sus diversas aplicaciones tecnológicas y ambientales y cómo estas impactan en el desarrollo de la sociedad, inclusive en la generación de temas de interés público, muchos de los cuales causan controversias en su resolución.

Las actividades propuestas y aquellas que la o el docente elabore son también oportunidades para reforzar aprendizajes propios de otros sectores de aprendizaje.

### HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Esta unidad permite ejercitar y aplicar habilidades científicas, tales como observar, formular hipótesis y explicaciones e interpretar datos. Las actividades promueven el análisis de los sistemas termodinámicos en relación con variables que permiten explicar el estado y funcionamiento de diversos sistemas para la comprensión de algunos fenómenos en estudio.

En esta unidad se requiere un manejo matemático de los contenidos para calcular valores de los sistemas. Además, genera espacios para el estudio de investigaciones clásicas sobre la termodinámica y su relación con las reacciones químicas, vinculándolas con el pensamiento científico y la época en la que se desarrollaron.

Es recomendable abordar las aplicaciones industriales y el impacto ambiental, relacionados con los contenidos en estudio, en términos de problemas que los propios estudiantes deben plantear y para los cuales pueden proponer soluciones, aunque sean tentativas.

## SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.

### AE 04

Caracterizar el flujo de calor que hay en las reacciones químicas a presión constante por medio de la entalpía como función termodinámica.

1. Construyen un diagrama, gráfico o esquema que muestre los cambios de estado del agua u otra sustancia química. A continuación, rotulan los cambios de estado que se evidencian e identifican si estos son endotérmicos o exotérmicos, argumentando en forma oral y escrita cada clasificación. Posteriormente, el o la docente indica que las fases de transición ocurren a presión constante, luego de lo cual las y los estudiantes responden preguntas como: ¿Existe relación entre la transferencia de calor, debido a un cambio de fase, y el cambio de entalpía de la sustancia? ¿Existe variación en la entalpía molar entre los estados de vapor y líquido de una sustancia? Indagan y argumentan sus respuestas en forma oral y escrita utilizando el diagrama, gráfico o esquema construido.

#### Observaciones a la o el docente

La diferencia en la entalpía molar entre los estados vapor y líquido de una sustancia se denomina “entalpía de vaporización”, por lo que, aplicando el mismo criterio de análisis indagatorio, se puede inferir la entalpía de fusión, entre otros. Se sugiere a la o el docente que conduzca la actividad para que sean los y las estudiantes quienes realicen la inferencia.

2. Indagan en diferentes fuentes confiables información útil para formular explicaciones, orales y escritas, que reafirmen o refuten el significado de las siguientes expresiones:

$$\Delta H_{\text{proceso inverso}} = - \Delta H_{\text{proceso directo}}$$

$$\Delta H_{\text{sub}} = H_m (\text{vapor}) - H_m (\text{sólido})$$

$$\Delta H_{\text{sub}} = \Delta H_{\text{fus}} + \Delta H_{\text{vap}}$$

Elaboran diagramas de entalpía versus estados inicial y final, y de entalpía versus sólido y vapor, que ilustren cada una de las expresiones anteriores para apoyar sus explicaciones. Indagan sobre diferentes sustancias, con sus valores de entalpía, que cumplen con cada una de las expresiones anteriores y lo exponen al curso.

3. Observan y analizan detenidamente la siguiente tabla de datos de un determinado proceso termodinámico referido al solvente universal:

Temperatura (°C)	Estado	Calor proporcionado (kJ mol <sup>-1</sup> )
<0	Sólido	- - -
0	Fusión del sólido	6,01
]0, 100[	Líquido	7,5
100	Vaporización del líquido	40,7
<100	Vapor	- - -

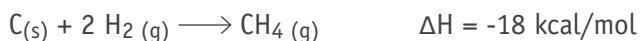
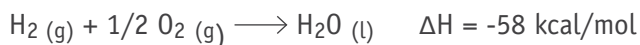
A continuación, realizan lo siguiente:

- Responden: ¿Cuál es el proceso que ha sido expuesto? Formulan explicaciones utilizando la información como base de sus argumentos.
- Organizan los datos e información de la tabla anterior en un gráfico y lo exponen ante el curso, explicando su organización y las eventuales utilidades que presta.

#### Observaciones a la o el docente

La tabla indica las variables y valores de la “curva de calentamiento del agua”. Se espera que los y las estudiantes logren organizar y construir el gráfico mediante la interpretación de los datos. Por ello, es fundamental que el o la docente oriente y retroalimente los procesos indagatorios de sus estudiantes.

4. Se les presenta la siguiente situación:  
El acetileno se utiliza en reacciones de combustión de soldaduras, según la siguiente ecuación química:  $C_2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$ .
- Datos:  $\Delta H_f^\circ H_2O(l) = -285,8 \text{ kJ/mol}$   
 $H_f^\circ CO_2(g) = -393,5 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f^\circ C_2H_2(g) = 226,8 \text{ kJ/mol}$
- Analizan si la reacción química es exotérmica o endotérmica, para lo cual calculan su entalpía de reacción ( $\Delta H_{rx}^\circ$ ) a 25 °C. Interpretan el significado del valor obtenido.
5. Se les presenta la siguiente situación y desarrollan las actividades:  
El gas natural es muy utilizado en los hogares para calefacción debido a su combustión. Su principal componente es el metano,  $CH_4(g)$ .
- Compruebe que la reacción de combustión del metano,  $CH_4(g) + 2 O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(l)$ , es una reacción exotérmica a partir de los siguientes datos:



- b. Analice la razón por la cual se pueden utilizar las distintas ecuaciones químicas intermedias para determinar la entalpía de la reacción global.

6. Se les presenta la siguiente situación y desarrollan las actividades:  
El metano, propano y butano son gases que se utilizan como combustibles en artefactos de la vida cotidiana. Las entalpías de formación estándar de estos gases son  $-74,88 \text{ kJ/mol}$ ,  $-103,85 \text{ kJ/mol}$  y  $-124,74 \text{ kJ/mol}$ , respectivamente.

- Construya las ecuaciones químicas de combustión de cada uno de estos gases.
- Calcule la entalpía de combustión de estos gases asumiendo que se forma  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  y cuyas entalpías de formación son  $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$  y  $\Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$ .
- Determine si los procesos de combustión son endotérmicos o exotérmicos.
- Decida cuál de los tres gases es más eficiente, desde el criterio de la entalpía, para ser utilizado en una estufa hogareña.

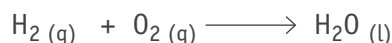
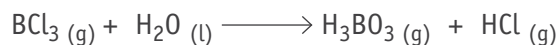
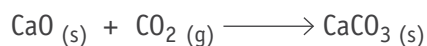
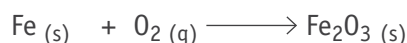
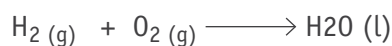
5. Se les presenta la siguiente situación y desarrollan las actividades:  
La oxidación del grafito ocurre según la siguiente reacción química:



- Indague las etapas o pasos que ocurren en la formación del  $\text{CO}_2$  a partir de la oxidación del grafito y registre el valor de  $H^0$  para cada etapa o paso.
- Compruebe y explique la ley de Hess para la reacción química.
- Ilustre, mediante flechas, en un diagrama de entalpía versus reactivos y productos, la reacción global y las reacciones intermedias en cada uno de los pasos identificados.

1. Observan imágenes de clavos en buen estado y otros oxidados, un vaso quebrado y uno sin quebrar, un papel quemado y uno sin quemar, una manzana en buen estado y una oxidada. Analizan cada secuencia de imágenes y discuten sobre la espontaneidad de los procesos. Formulan explicaciones para distinguir aquellos que ocurren en forma espontánea de aquellos que no. Comunican sus conclusiones por medio de diagramas.
2. Indagan en diferentes fuentes confiables sobre la vida y los aportes de Rudolf Clausius en el desarrollo del concepto de entropía, y establecen sus aportes más significativos al respecto. Elaboran un ensayo como resultado de sus indagaciones y, posteriormente, intercambian sus conclusiones con sus pares en forma oral.
3. En un vaso precipitado vierten 25 mL de vinagre y, luego, agregan una cucharada de bicarbonato de sodio. Antes de mezclar estas dos sustancias, analizan los grados de libertad que estas poseen de acuerdo al estado de agregación de la materia en el cual se encuentran. Una vez mezcladas, analizan los grados de libertad de los productos generados. A continuación, discuten sobre la espontaneidad del proceso y los grados de libertad del mismo. Escriben la ecuación química balanceada y comparan lo establecido en la ecuación química con lo evidenciado en el experimento respecto de la entropía y la espontaneidad del proceso.
4. Indagan sobre las investigaciones realizadas por Ludwig Boltzmann acerca de la entropía y su relación con el número de “microestados” posibles en la distribución molecular. Luego, basándose en sus indagaciones, formulan explicaciones sobre los cambios en la entropía de un sistema. Exponen dichas explicaciones y conclusiones ante el curso.
5. Predicen el cambio de entropía en las siguientes reacciones químicas, considerando su grado de desorden en los reactantes y productos, respectivamente. Analizan si la entropía aumenta o disminuye en cada proceso. Formulan conclusiones respecto de los grados de libertad de cada una de las reacciones químicas presentadas y la espontaneidad de los procesos desde el punto de vista entrópico.





### Observaciones a la o el docente

El signo  $\Delta S$  será positivo si aumenta el desorden, y negativo si este disminuye. A partir de lo anterior, se debe evaluar cada reacción química presentada y considerar también los cambios de estado que se generan en cada una, lo que indica el grado de movimiento que desarrollan las entidades elementales involucradas. Se sugiere recordar a las y los estudiantes que las ecuaciones químicas que representan las reacciones deben ser analizadas y balanceadas.

6. Leen la siguiente situación cotidiana y desarrollan las actividades:
- En diferentes zonas del país, cuando las condiciones climáticas producen fuertes nevazones, los caminos quedan cubiertos con considerables cantidades de nieve, lo que genera una alta complicación para el tránsito de vehículos de todo tipo. Cuando esta situación se presenta, una de las medidas adoptadas por la autoridad vial para resolver el “despeje” de los caminos y volverlos más seguros en el tránsito es la dispersión de grandes cantidades de sal sobre la nieve. Al cabo de unos instantes, los caminos solo se encuentran mojados y sin nieve.
- Indague sobre el proceso químico involucrado que permite el “despeje” de los caminos.
  - Construya la expresión química que ocurre entre la sal (cloruro de sodio, NaCl) y la nieve ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Responda en su cuaderno: ¿Ocurre una reacción química? Argumente y formule explicaciones sobre sus respuestas a nivel molecular. ¿El proceso es espontáneo o no? ¿Cuáles son las razones científicas y químicas que permiten afirmar o refutar esta respuesta? Intercambe sus respuestas con sus pares.
  - Extraiga información útil sobre el proceso presentado anteriormente y asócielo con datos y/o teorías sobre la entropía como función termodinámica. Para ello, elabore modelos que ilustren eventuales variaciones de la entalpía en el proceso para despejar los caminos.
  - Comunique sus conclusiones al curso, relacionando la espontaneidad o no espontaneidad del proceso y la variación de la entropía.



7. Leen sobre la segunda ley de la termodinámica: “En todo proceso espontáneo, la entropía total de un sistema y sus alrededores aumenta”. Diseñan una investigación para demostrar esta ley, considerando la conexión lógica entre hipótesis planteada, conceptos, procedimientos, datos, resultados y conclusiones obtenidas. Presentan al curso sus investigaciones, exponiendo y formulando explicaciones y argumentos científicos, empleando un editor de presentaciones u otras TIC.

**AE 06**

Predecir la espontaneidad o no espontaneidad y el equilibrio de una reacción química mediante las variaciones de la energía libre.

1. Miden 10 mL de agua oxigenada de 30 volúmenes, los agregan en un tubo de ensayo y registran la temperatura del sistema. Agregan una punta de espátula de dióxido de manganeso sólido ( $\text{MnO}_2$ ) y registran la temperatura del sistema. Anotan sus observaciones antes y después de agregar  $\text{MnO}_2$ . Analizan la espontaneidad del proceso desarrollado desde el punto de vista entrópico y entálpico. Formulan explicaciones respecto del signo de la energía libre de Gibbs en este proceso. Elaboran un informe de laboratorio que dé cuenta de la actividad experimental, registrando cada etapa desarrollada y describiendo su coherencia.
2. Agregan 1 mL de HCl 1 M sobre 0,1 g de virutas de hierro y registran sus observaciones. Luego, añaden 1 mL de HCl sobre pequeños trozos de cobre y registran sus observaciones. Finalmente, mezclan 1 mL de solución acuosa de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 M con 1 mL de solución acuosa de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,5 M, esperan tres minutos y registran sus observaciones. Construyen las ecuaciones químicas de cada proceso, luego, predicen y determinan el valor de la energía libre de Gibbs. Comparan sus predicciones sobre los cálculos anteriores con la evidencia obtenida experimentalmente. Formulan explicaciones para la espontaneidad de los procesos evidenciados.

**Observaciones a la o el docente**

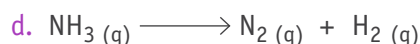
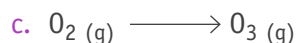
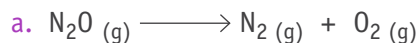
Esta actividad está diseñada para que las y los estudiantes comparen los valores calculados teóricamente con los obtenidos de modo experimental. Por ello, es necesario facilitarles las tablas termodinámicas para el cálculo de los valores teóricos.

3. Se les explica que el metano, propano y butano son gases que se utilizan como combustibles en artefactos de la vida cotidiana. Indagan sobre la utilidad de estos gases en la satisfacción de diversas necesidades de la sociedad y registran la información obtenida, incluyendo diferentes ejemplos y artefactos tecnológicos que los utilizan. Caracterizan químicamente la utilidad de estos gases, construyendo las ecuaciones químicas de combustión de cada uno. Realizan cálculos para determinar cuantitativamente su entalpía y entropía de combustión, asumiendo la formación de  $\text{CO}_2$  (g) y  $\text{H}_2\text{O}$  (l) como productos. Determinan si los procesos de combustión son espontáneos o no espontáneos y argumentan sus afirmaciones. Finalmente, construyen un diagrama de energía para cada reacción química y extraen conclusiones.

#### Observaciones a la o el docente

Esta actividad está diseñada para que las y los estudiantes decidan cuál reacción es más espontánea, considerando la energía libre de Gibbs. Por esto, es necesario que la o el docente disponga los valores de tablas termodinámicas a 25 °C.

4. Investigan en diferentes fuentes confiables las características termodinámicas ( $\Delta H$ ;  $\Delta S$ ;  $\Delta G$ ; T) de las siguientes reacciones químicas:



Basándose en la información obtenida, completan el siguiente cuadro, ubicando las reacciones químicas donde corresponda, y predicen el signo de la variación de la energía libre de Gibbs. Formulan explicaciones, en forma oral y escrita, sobre el signo de la variación de energía libre de Gibbs.

$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta G$	Resultado	Reacción química
-	+		Espontáneo a cualquier temperatura.	
-	-		Espontáneo a temperaturas bajas.	
-	-		No espontáneo a temperaturas altas.	
+	+		No espontáneo a temperaturas bajas.	
+	+		Espontáneo a temperaturas altas.	
+	-		No espontáneo a cualquier temperatura.	

**Observaciones a la o el docente**

Es importante promover habilidades indagatorias en los y las estudiantes sobre las variables termodinámicas y cómo estas inciden en la espontaneidad de las reacciones químicas. Se sugiere recordar a los y las estudiantes la expresión de la variación de la energía libre de Gibbs ( $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ) y realizar los análisis a partir de ella para predecir el signo de  $\Delta G$  (si  $\Delta G < 0$  : espontánea).

5. Completan el siguiente cuadro que caracteriza los factores que afectan la  $\Delta G$  de una reacción química  $aA + bB \longrightarrow cC + dD$  (asumen  $\Delta H$  y  $\Delta S$  independientes de la temperatura).

$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta G$
		Positivo a bajas temperaturas; negativo a altas temperaturas. Reacción espontánea a altas temperaturas.
+	-	
		Negativo a todas las temperaturas. Reacción espontánea a todas las temperaturas.
-	-	

Argumentan sus resultados en exposiciones orales, utilizando la reacción química anterior como modelo para apoyar las explicaciones que formulan. Reciben retroalimentación del curso y de su docente. Establecen conclusiones que registran en su cuaderno.

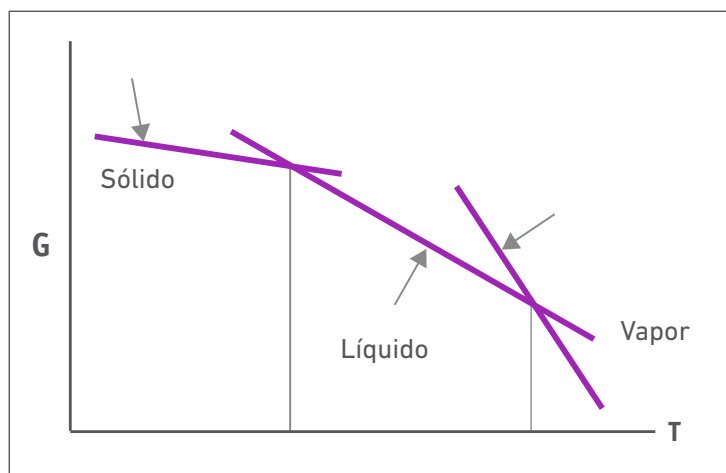
6. Indagan en diferentes fuentes (libros, revistas, artículos científicos, sitios confiables de internet, entre otras) la dependencia de la energía libre de Gibbs de la temperatura, presión, estado físico y concentración de las sustancias. Llevan a cabo las siguientes actividades:
- Construyen un gráfico de energía de Gibbs versus temperatura.
  - Construyen un gráfico de energía de Gibbs versus presión, para sustancias en estado sólido, líquido y vapor.
  - Interpretan los gráficos elaborados en función de las variables anteriores y formulan explicaciones sobre cada fase ilustrada.
  - Responden: ¿Cuál de las fases posee mayor pendiente en el gráfico? Argumentan sus respuestas y formulan explicaciones sobre las diferencias de pendiente que existen por cada fase.

## EJEMPLO DE EVALUACIÓN

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<b>AE 06</b> Predecir la espontaneidad o no espontaneidad y el equilibrio de una reacción química mediante las variaciones de la energía libre.	<ul style="list-style-type: none"><li>Argumentan la utilidad de la energía libre de Gibbs (G) para medir las variaciones de energía de las reacciones químicas como sistema.</li><li>Ilustran la dependencia de la espontaneidad de una reacción química del entorno de la temperatura.</li><li>Explican la dependencia de la energía libre de Gibbs de la temperatura, presión, estado físico y concentración.</li></ul>
<b>HPC 03</b> Procesar e interpretar datos de investigaciones científicas.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ordenan datos utilizando procedimientos y medios tecnológicos apropiados.</li><li>Explican los datos de investigaciones relacionándolos con los conocimientos en estudio.</li></ul>

## ACTIVIDAD PROPUESTA

Observe detenidamente el siguiente gráfico de energía de Gibbs versus temperatura.



- Interprete y determine cuál de las líneas representa las fases líquido, sólido y gas de la sustancia. Argumente su respuesta y rotule cada curva.
- ¿Por cuál variable de estado termodinámica está determinada la variación de la energía de Gibbs con la temperatura? Formule explicaciones acerca de la relación de dicha variable termodinámica con cada una de las fases de la sustancia.
- ¿Cuál es la razón termodinámica que explica las diferencias de pendiente que posee cada una de las líneas ilustradas en el gráfico? ¿Existe alguna influencia de la entalpía y de la entropía en la gráfica presentada? Argumente sus respuestas.

## ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Rotula las líneas que representan las fases líquido, sólido y gas de la sustancia y explica el gráfico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Explica que la variación de la energía de Gibbs debido a la temperatura está determinada por la entropía.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identifica la entropía como variable termodinámica que incide en la inclinación de cada curva (pendiente).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Describe la fase gaseosa como aquella que posee pendiente mayor, dado que su entropía es mayor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**N** = Nunca logrado

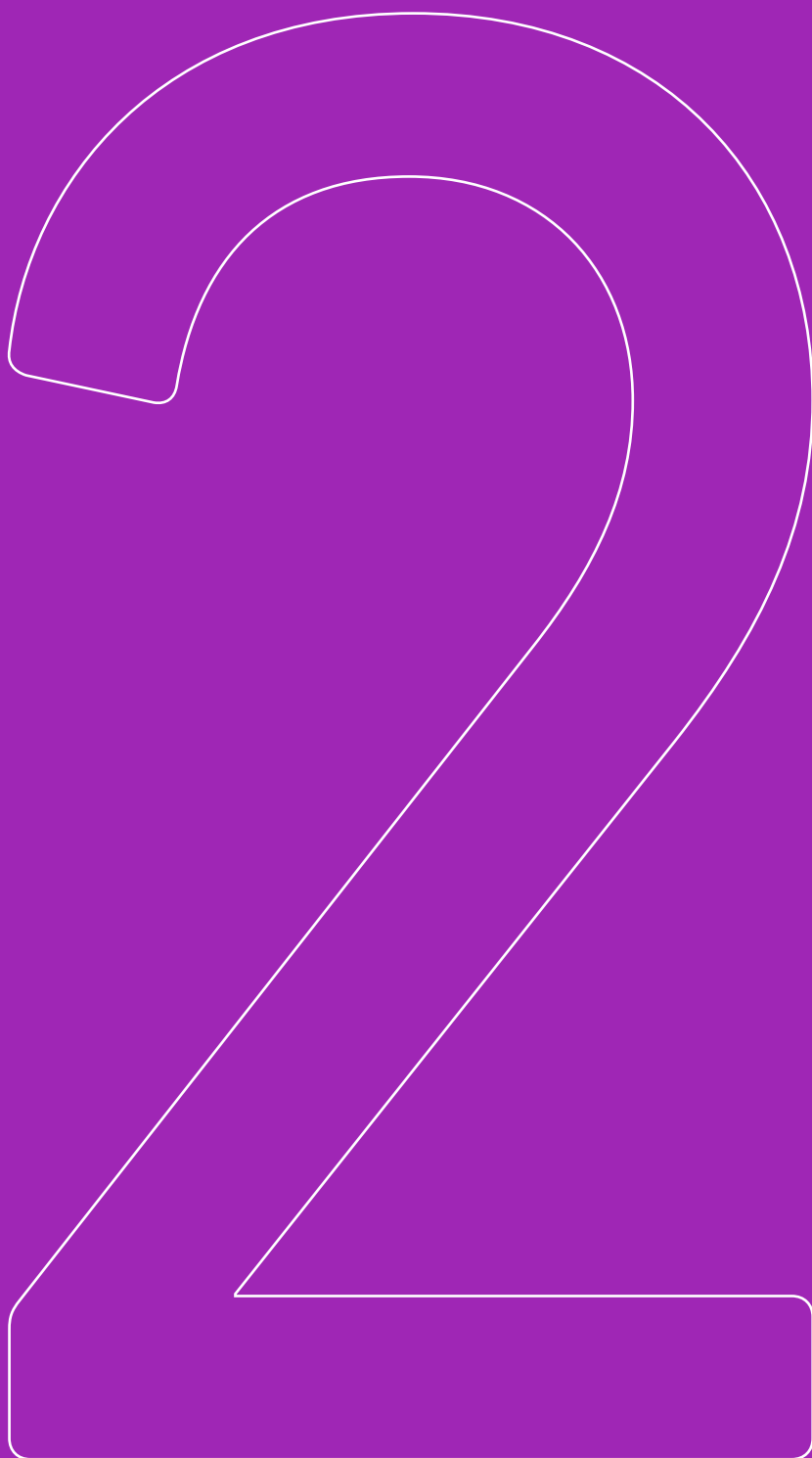
**O** = Ocasionalmente logrado

**CS** = Casi siempre logrado

**S** = Siempre logrado



**Semestre**



## UNIDAD 3

### CINÉTICA QUÍMICA

---

#### PROPÓSITO

---

En esta unidad se aborda el estudio de los diferentes factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas y sus características. Se analiza la relación entre la velocidad de las reacciones químicas y la concentración de los reactantes. Además, se estudian los mecanismos de reacción y los perfiles de energía que modelan las diferentes reacciones químicas, identificando etapas elementales, molecularidad y el paso determinante de la reacción. Finalmente, se estudian los procesos de catálisis, la participación de catalizadores en la velocidad de reacción química y la importancia de estos en la industria, entorno y organismos.

En conjunto con lo anterior, la unidad promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, como el procesamiento de información mediante la tabulación, construcción de diagramas y su interpretación. Además, por medio del estudio y desarrollo de investigaciones científicas clásicas, se analiza y aplica la coherencia entre hipótesis, procedimientos, resultados y conclusiones. Asimismo, la unidad promueve la formulación de explicaciones con argumentos científicos y la evaluación de eventuales implicancias de controversias que involucran ciencia y tecnología.

#### CONOCIMIENTOS PREVIOS

---

- › Leyes de la combinación química.
- › Relaciones cuantitativas de las reacciones químicas: estequiometría, reactivo limitante, reactivo en exceso, porcentaje de rendimiento.
- › Caracterización de flujos de calor que ocurren en las reacciones químicas.
- › Aplicación de leyes y factores energéticos asociados a la reactividad (entalpía, entropía y energía libre).
- › Determinación teórica de la espontaneidad o no espontaneidad de las reacciones químicas y del equilibrio de un sistema.



## CONCEPTOS CLAVE

---

Cinética de la reacción, velocidad de reacción, ley de velocidad, constante de velocidad, orden de la reacción, vida media de una reacción química, mecanismos de reacción, etapas elementales, intermediarios, molecularidad, paso determinante de reacción, estado de transición, perfil energético, catálisis, catalizador, catalizador homogéneo, catalizador heterogéneo, inhibidor, energía de activación, catálisis enzimática.

## CONTENIDOS

---

- › Velocidad de las reacciones químicas.
- › Efectos producidos por diversos factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas: grado de división, concentración, temperatura, presión.
- › Ley de velocidad de las reacciones químicas.
- › Análisis de mecanismos de reacción, etapas elementales, molecularidad y paso determinante de la reacción.
- › Perfil energético de una reacción química y su relación con el mecanismo de reacción química.
- › Catálisis, catalizadores y su clasificación en homogéneos y heterogéneos.
- › Aplicaciones tecnológicas de los catalizadores y de la cinética de las reacciones.

## HABILIDADES

---

- › HPC 01: Comprensión de la complejidad y la coherencia del pensamiento científico en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.
- › HPC 02: Explicación de la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.
- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

## ACTITUDES

---

- › Flexibilidad.
- › Originalidad.
- › Protección del entorno.
- › Pensamiento crítico y reflexivo.
- › Respeto.

## APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que las y los estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Los y las estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p><b>AE 07</b> Explicar los principales factores que influyen en la velocidad con que transcurren diferentes reacciones químicas del entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Describen, mediante esquemas y/o modelos, el concepto de velocidad de una reacción química.</li> <li>› Identifican la temperatura, la presión, la concentración, el estado de agregación y la presencia de catalizadores como factores que influyen en la velocidad de una reacción química.</li> <li>› Elaboran modelos que explican el efecto de la temperatura y presión sobre la velocidad de las reacciones químicas del entorno.</li> <li>› Demuestran experimentalmente la influencia del estado de agregación sobre la velocidad de reacción.</li> <li>› Explican la velocidad de las reacciones químicas mediante la teoría de las colisiones y la teoría del estado de transición (teoría del complejo activado).</li> </ul>
<p><b>AE 08</b> Interpretar, mediante la obtención, organización y procesamiento de información, la velocidad de las reacciones químicas del entorno y su variación en el tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Definen la velocidad de una reacción química relacionándola con el cambio de la concentración en el tiempo.</li> <li>› Representan y explican la expresión de la ley de velocidad y sus componentes en diferentes reacciones del entorno.</li> <li>› Grafican la cinética de una reacción química del entorno identificando patrones y tendencias significativas.</li> <li>› Exponen la coherencia entre hipótesis, procedimientos, resultados y conclusiones para determinar el orden de reacción.</li> </ul>
<p><b>AE 09</b> Describir mecanismos de reacción que ocurren en la formación de productos a partir de diferentes reactantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Descomponen una reacción química en sus etapas o reacciones elementales e intermediarios.</li> <li>› Definen la molecularidad de una reacción (unimolecular, bimolecular, termolecular).</li> <li>› Aplican la ley de velocidad al mecanismo de reacción.</li> <li>› Identifican el paso determinante de la reacción.</li> <li>› Postulan un mecanismo de reacción razonable con la cinética de una reacción química del entorno.</li> <li>› Argumentan la importancia del perfil energético de una reacción química y su relación con el mecanismo de reacción.</li> </ul>
<p><b>AE 10</b> Caracterizar el proceso de catálisis, los tipos de catalizadores y su acción en la variación de la rapidez de una reacción química.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Describen el mecanismo de acción de un catalizador que promueve un aumento de rapidez y disminución de la energía de activación.</li> <li>› Clasifican los diferentes tipos de catalizadores en homogéneo y heterogéneo, estableciendo similitudes y diferencias.</li> <li>› Dan ejemplos de aplicaciones industriales de catálisis heterogénea</li> <li>› Exponen el funcionamiento de convertidores catalíticos en motores y equipos.</li> <li>› Elaboran diagramas sobre la catálisis enzimática y explican su acción e importancia en los seres vivos.</li> </ul>

- › Valorar la vida en sociedad.
- › Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- › Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio de igualdad de derechos.
- › Respetar y valorar las ideas distintas de las propias.

## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

### CINÉTICA QUÍMICA

En esta unidad, se sugiere considerar la cinética química de un sistema desde las propiedades cualitativas, tales como los factores que la describen, para abordar aspectos cuantitativos. Es importante caracterizar fenomenológicamente la rapidez de las reacciones químicas y construir desde la experiencia las características cualitativas que la determinan. En este sentido es fundamental avanzar desde las ideas previas de las y los estudiantes hacia una comprensión de los fenómenos en estudio.

Para la comprensión de los conceptos sobre la velocidad de las reacciones químicas, se sugiere trabajar con información y datos obtenidos de tablas y gráficos.

Las diferentes unidades de medida de velocidad y concentración se deben abordar de manera general, centrando la atención en aquellas que serán de utilidad para la cinética química y en los conocimientos posteriores.

Se sugiere contextualizar permanentemente los contenidos tratados, en particular, sus diversas aplicaciones tecnológicas y ambientales como también el impacto que generan en la sociedad sobre la satisfacción de necesidades y la aparición de controversias de interés público que demandan una participación activa de la sociedad.

Las actividades propuestas y aquellas que la o el docente elabore son también oportunidades para reforzar aprendizajes propios de otros sectores de aprendizaje.

### HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Esta unidad promueve el desarrollo de habilidades, tales como observar, formular preguntas, hipótesis, explicaciones y predicciones y organizar e interpretar datos, mediante actividades experimentales prácticas o de análisis de reacciones químicas asociadas a datos tabulados.

Con respecto a la cinética química, se espera que los y las estudiantes comprendan los factores teóricos que la pueden afectar y que planteen explicaciones sobre variaciones a las condiciones de desarrollo de una reacción y cómo esta puede variar la cinética.

En esta unidad se requiere un manejo matemático de la constante de velocidad y su interpretación, así como del cálculo específico de velocidades de datos experimentales. De esta manera, la unidad es una buena ocasión para profundizar la habilidad de los estudiantes de organización e interpretación de datos.

## SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- **Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.**

### AE 07

Explicar los principales factores que influyen en la velocidad con que transcurren diferentes reacciones químicas del entorno.

1. Se les presenta la siguiente situación y desarrollan las actividades:  
Se dispone de dos recipientes, cada uno con 30 mL de vinagre comercial. En ambos se introducirá una pastilla efervescente: en uno una entera, y en el otro, una molida. Formulan una predicción sobre la velocidad con que se producirá la reacción química entre el vinagre y la pastilla y la argumentan. Luego, llevan a cabo la actividad, midiendo en cada caso el tiempo que demora la pastilla efervescente en disolverse por completo en el vinagre. Comparan ambos tiempos, validando o refutando la predicción, y formulan explicaciones respecto del factor que se está estudiando en el experimento.
2. Agregan 100 mL de agua en tres recipientes diferentes. En el primer recipiente, introducen una pastilla efervescente entera y 5 mL de vinagre. En el segundo recipiente, agregan una pastilla similar a la anterior, pero esta vez introducen 10 mL de vinagre. Finalmente, en el tercer recipiente, agregan una pastilla efervescente similar a los casos anteriores y 15 mL de vinagre. Registran el tiempo que demora la pastilla en disolverse completamente en los tres recipientes. Comparan los tres tiempos de reacción y analizan en qué situación se demora menos tiempo en ocurrir la reacción química. Formulan explicaciones respecto del factor que se está estudiando en esta experiencia.
3. Agregan 100 mL de agua en dos recipientes diferentes. El primer recipiente debe contener agua a 15 °C, y el segundo, a 60 °C. En ambos recipientes introducen una pastilla efervescente entera y 5 mL de vinagre. Registran el tiempo que demora la pastilla en disolverse completamente. Comparan ambos tiempos de reacción y analizan en qué situación se demora menos tiempo en ocurrir la reacción química. Formulan explicaciones respecto del factor que se está estudiando en esta experiencia.

4. Se les explica que el agua oxigenada se descompone naturalmente en agua y oxígeno. A continuación, introducen 5 mL de agua oxigenada en un tubo de ensayo y conectan un globo pequeño en su extremo abierto (el globo debe sujetarse con cinta adhesiva). Registran cualitativamente el volumen del globo durante 25 minutos. En un segundo tubo de ensayo, introducen una punta de espátula de  $\text{MnO}_2$  sólido, y conectan un globo pequeño en su extremo abierto (el globo debe sujetarse con cinta adhesiva). Registran cualitativamente el volumen del globo durante 25 minutos. Comparan ambos globos y analizan en qué situación se observa mayor volumen de  $\text{O}_2$  en los globos, en el menor tiempo posible. Formulan explicaciones respecto del factor que se está estudiando en esta experiencia.
5. Confeccionan un diagrama, modelo o maqueta para explicar la teoría de colisiones. Ejemplifican con una reacción química, cómo ocurre la colisión entre los reactivos para reordenar las moléculas de reactantes y formar las moléculas de productos. Un buen ejemplo es la reacción entre la glucosa y el oxígeno para formar dióxido de carbono y agua.

® Biología

## AE 08

Interpretar mediante la obtención, organización y procesamiento de información, la velocidad de las reacciones químicas del entorno y su variación en el tiempo.

1. Se les presenta la siguiente situación:  
Se midió la velocidad inicial de la siguiente reacción  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  con diversas concentraciones iniciales de A y B. Los resultados son los siguientes:

Nº de experimento	[A] (M)	[B] (M)	Velocidad inicial (M/s)
1	0,100	0,100	$4,0 \times 10^{-5}$
2	0,100	0,200	$4,0 \times 10^{-5}$
3	0,200	0,100	$16,0 \times 10^{-5}$

Basándose en estos datos, calculan y estiman:

- a. La ecuación de velocidad de la reacción.
- b. La magnitud de la constante de velocidad.
- c. La velocidad de la reacción cuando  $[\text{A}] = 0,050 \text{ M}$  y  $[\text{B}] = 0,100 \text{ M}$ .

Luego, analizan el significado de la constante de velocidad y el orden de reacción con respecto a cada reactante y el orden global de la reacción. Grafican los datos de la tabla para determinar el orden de la reacción.

2. Rotulan 10 vasos con los códigos que se indican en las siguientes tablas, agregando las cantidades señaladas:

Vasos A	A1	A2	A3	A4	A5
Volumen de vitamina C (mL)	10	10	10	10	10
Volumen de yodo (gotas)	10	15	20	15	15
Volumen de agua potable (mL)	20	20	20	20	20
Vasos B	B1	B2	B3	B4	B5
Volumen de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mL)	5	5	5	3	7
Volumen de almidón (mL)	3	3	3	3	3
Volumen de agua potable (mL)	20	20	20	20	20

Vierten el contenido del vaso A1 en el vaso B1 y miden el tiempo con un cronómetro, a lo largo del transcurso de la reacción. Observan atentamente y detienen el cronómetro cuando consideran que ha ocurrido un notorio cambio de coloración. Repiten la experiencia mezclando los contenidos de los vasos A2 y B2, A3 y B3, A4 y B4 y, finalmente, A5 y B5. Miden el tiempo de reacción en cada una de las experiencias. Completan la siguiente tabla:

Experimento	A1-B1	A1-B2	A3-B3	A4-B4	A5-B5
Tiempo (s)					

Basándose en la experiencia, responden:

- ¿Cómo podría relacionar el concepto de orden de reacción con lo ocurrido?
- ¿Qué especie debería tener un mayor orden en la ley de velocidad de esta reacción?
- Suponiendo que la reacción estudiada es exotérmica, grafique cualitativamente (solo un bosquejo) un perfil de reacción que demuestre la variación de la energía a medida que la reacción se lleva a cabo.
- El consumo de bebidas energéticas ha aumentado considerablemente. ¿Podría describir cuáles serían los efectos en el organismo de una persona que ingiere más de la dosis recomendada? ¿Qué relación tiene esto con la velocidad de una reacción química? Recuerde que existen varios factores que pueden influir en la velocidad de una reacción.

### Observaciones a la o el docente

Las soluciones de vitamina C se pueden preparar disolviendo una pastilla de vitamina C de 1000 mg en 100 mL de agua. La tintura de yodo se puede encontrar en farmacias, al igual que el agua oxigenada. Para mayores detalles se puede consultar el sitio web: [http://www10.uniovi.es/semanacyt2009/documentos/Reaccion\\_reloj.pdf](http://www10.uniovi.es/semanacyt2009/documentos/Reaccion_reloj.pdf).

5. En una botella transparente, agregan aproximadamente 100 mL de agua y una cucharada de glucosa; la agitan o revuelven hasta su disolución. Posteriormente, agregan hidróxido de sodio (NaOH) en igual cantidad. Una vez formada la mezcla, agregan una cantidad mínima de azul de metileno (algunas gotitas si viene líquido o una punta de espátula si se encuentra en estado sólido, como polvo). Registran sus observaciones. A continuación, tapan la botella, esperan 5 minutos y observan. Registran sus observaciones y responden la pregunta: ¿Cuál es la razón de la transformación que se observa? Formulan hipótesis al respecto. Finalmente, destapan la botella y la agitan; observan lo que ocurre y registran sus observaciones en su cuaderno. Formulan explicaciones sobre las transformaciones ocurridas. Indagan en diferentes fuentes confiables y exponen ante el curso los fundamentos y factores cinéticos de la reacción.

### Observaciones a la o el docente

La solución toma una coloración azul brillante porque la cantidad de oxígeno presente es suficiente. Esta actividad ilustra los procesos de oxidación de la glucosa por el oxígeno, la que se ve favorecida por la cinética y termodinámica a valores de pH alcalinos.

Esta actividad puede ser utilizada también para ilustrar la cinética de la reacción mediante el suministro de oxígeno que incrementa la cinética en ausencia de agitación. Para complementar la experiencia, se recomienda revisar los siguientes enlaces:

<http://www.quimicarecreativa.org/botellamagica1.html>,

[http://www.madrimasd.org/experimentawiki/feria/La\\_botella\\_azul](http://www.madrimasd.org/experimentawiki/feria/La_botella_azul).

6. Leen un texto sobre la degradación de hidrocarburos en el suelo. Extraen información sobre la cinética de reacción del proceso de degradación de hidrocarburos en el suelo. Discuten sobre la descontaminación de hidrocarburos en el suelo. Analizan gráficos de degradación de hidrocarburos.



**Observaciones a la o el docente**

Se recomienda analizar el artículo publicado en el siguiente sitio web:

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/revista/0913b-dinamica-de-sistemas.pdf>.

También se puede hacer un análisis de factores de liberación de nutrientes en el siguiente sitio web:

[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_03.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_03.pdf).

7. Se les presenta la siguiente situación y responden las preguntas: Durante el revelado fotográfico, el bromuro de plata que queda en la película se disuelve en un baño que contiene tiosulfato de sodio:
- $$\text{AgBr}_{(s)} + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3_{(ac)} \longrightarrow \text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2_{(ac)} + \text{NaBr}_{(ac)}$$
- Si el baño está a 25 °C, se recomienda 1 minuto para el revelado; a 20 °C, 4 minutos; y a 15 °C, 10 minutos. ¿A qué se debe esta diferencia de tiempo?

**AE 09**

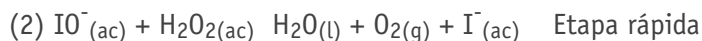
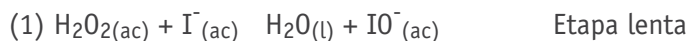
Describir mecanismos de reacción que ocurren en la formación de productos a partir de diferentes reactantes.

1. Se les presenta el siguiente mecanismo de una reacción química:



Tras su observación, determinan la reacción global. Discuten y clasifican las sustancias como reactivos, productos, intermediarios y catalizadores.

2. Se les entrega la siguiente información respecto del mecanismo de descomposición del  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$  en medio de  $\text{I}^-$ .

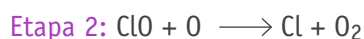
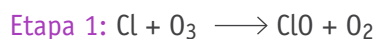


Construyen el perfil energético para este mecanismo de reacción, identificando la energía de activación en cada etapa. Discuten y clasifican las sustancias como reactivos, productos, intermediarios y catalizadores.

3. Investigan sobre el mecanismo de reacción de la descomposición del ozono a partir de Cl en la estratosfera. Identifican reactivos, productos, intermediarios y catalizadores en el mecanismo de reacción. Preparan diagramas para presentar el mecanismo, indicando la etapa determinante

del mecanismo de reacción. Presentan las acciones que ha desarrollado la humanidad para evitar el debilitamiento de la capa de ozono, tales como el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal.

4. Estudian el siguiente mecanismo de degradación del ozono debido a la presencia de cloro.



Identifican reactivos, productos, intermediarios y catalizadores en el mecanismo de reacción. Discuten sobre la molecularidad de cada una de las etapas y sobre la reacción global del mecanismo de reacción, asumiendo que todas se desarrollan mediante un mecanismo elemental.

## AE 10

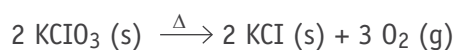
Caracterizar el proceso de catálisis, los tipos de catalizadores y su acción en la variación de la rapidez de una reacción química.

- Se les entrega la siguiente información y desarrollan las actividades: La energía de activación de una reacción en el sentido de izquierda a derecha es de 164 kJ/mol, y en el sentido inverso es de 248 kJ/mol. Responda:
  - ¿Cuál será la energía de activación de la reacción en el sentido inverso en presencia de un catalizador que disminuye la energía de activación de la reacción de izquierda a derecha hasta un valor de 122 kJ/mol?
  - Determine el valor de la entalpía de la reacción de izquierda a derecha.
  - Analice el efecto del catalizador en el valor de la energía de activación y su relación con la velocidad de reacción.
  - Esquematice en un gráfico indicando los ejes y los caminos del proceso.
- Investigan sobre los convertidores catalíticos de automóviles, identificando las reacciones químicas involucradas y el catalizador utilizado. Clasifican el catalizador de acuerdo a sus características. Preparan un afiche que explique el funcionamiento de estos dispositivos en automóviles, construyendo una maqueta de funcionamiento del catalizador para analizar las reacciones que ocurren en este dispositivo, mediante el análisis de los tipos de catálisis.
- Agregan 5 mL de agua oxigenada en dos tubos de ensayo. Al primer tubo, agregan hígado de pollo fresco y molido y lo tapan con un globo pequeño. Al segundo tubo, agregan un punta de espátula de dióxido de manganeso sólido y lo tapan con un globo pequeño. Investigan sobre la descomposición del agua oxigenada y la acción de catalizadores en ella.

Comparan la acción del hígado de pollo y el dióxido de manganeso en la descomposición del agua oxigenada. Construyen perfiles de reacción para la reacción sin catalizadores, con hígado de pollo y con dióxido de manganeso, comparando cualitativamente las energías de activación en cada caso.

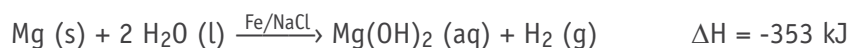
® Biología

7. Se les explica que la forma habitual de obtener oxígeno en el laboratorio es calentar clorato de potasio en presencia de dióxido de manganeso, que actúa como catalizador:



Con esta información, representan gráficamente el diagrama de energía del proceso con y sin catalizador. Discuten sobre el efecto del catalizador en la velocidad de reacción. Analizan la propiedad que cambia al agregar el catalizador.

8. Se les entrega la siguiente información:  
Los “calentadores sin llama” que utiliza el ejército para calentar la comida contienen magnesio, hierro y sal común. Cuando se añade agua, se produce la reacción:



A continuación, explican acerca del rol que desempeñan el hierro y la sal, y discuten si afectan al valor de entalpía.

## EJEMPLO DE EVALUACIÓN

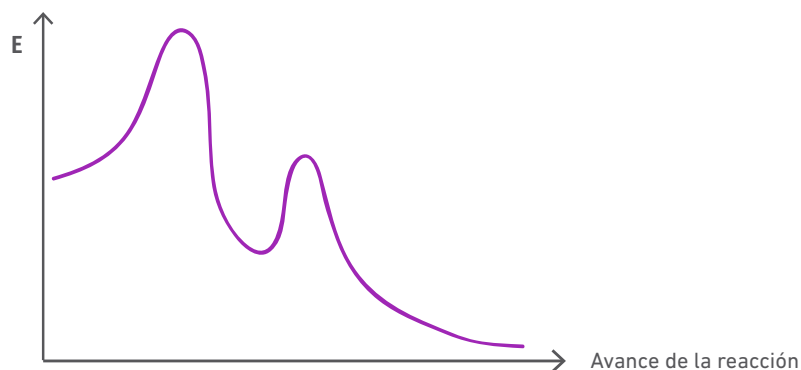
APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<b>AE 09</b> Describir mecanismos de reacción que ocurren en la formación de productos a partir de diferentes reactantes.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Descomponen una reacción química en sus etapas o reacciones elementales e intermediarios.</li><li>› Definen la molecularidad de una reacción (unimolecular, bimolecular, termolecular).</li><li>› Aplican la ley de velocidad al mecanismo de reacción.</li><li>› Identifican el paso determinante de la reacción.</li><li>› Postulan un mecanismo de reacción razonable con la cinética de una reacción química del entorno.</li><li>› Argumentan la importancia del perfil energético de una reacción química y su relación con el mecanismo de reacción.</li></ul>
<b>HPC 04</b> Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Asocian datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio.</li><li>› Explican procesos y fenómenos apoyándose en teorías y conceptos científicos en estudio.</li></ul>

## ACTIVIDAD PROPUESTA

Para caracterizar la composición orgánica en cuanto a enlaces de algunos aceites, como el de oliva u otras sustancias agroalimentarias que contienen grasas (por ejemplo, margarinas o mantecas), se utiliza un reactivo formado sobre la base del cloruro de yodo (ICl). A su vez, este compuesto, al reaccionar con hidrógeno molecular, genera yodo y ácido clorhídrico, como se muestra en la siguiente reacción:



El perfil de la reacción se caracteriza por el siguiente diagrama:



De acuerdo con esta información, realice lo siguiente:

- Construya un mecanismo de reacción a partir de la reacción química propuesta, identificando las etapas (lentas y/o rápidas, de existir) y sus correspondientes reacciones.
- Defina la molecularidad de la reacción y aplique la ley de velocidad al mecanismo construido. Explique en forma oral y escrita la descripción del proceso que llevó a cabo para definir la molecularidad.
- Describa cada etapa en el perfil de reacción e identifique eventualmente estados de transición y energías de activación. Responda: ¿Cuál será la entalpía estándar de la reacción en el perfil de la reacción? Argumente su respuesta.

## ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Descompone y escribe la reacción química en las etapas elementales que la constituye.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Describe y explica la molecularidad (unimolecular, bimolecular o termolecular) y sus respectivas ecuaciones de velocidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Asocia y ubica las diferentes etapas del mecanismo de reacción en el perfil de la reacción química.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ubica en el perfil de reacción los estados de transición.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identifica en el perfil de reacción las energías de activación presentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**N** = Nunca logrado

**O** = Ocasionalmente logrado

**CS** = Casi siempre logrado

**S** = Siempre logrado

## UNIDAD 4

### EQUILIBRIO QUÍMICO

---

#### PROPÓSITO

---

En esta unidad se estudian los fundamentos y la naturaleza del equilibrio químico que se genera en diversas reacciones químicas, sus tipos y respectiva clasificación. A su vez, se determina y caracteriza la expresión de la constante de equilibrio, su significado y correspondiente relación con la velocidad de las reacciones directa e inversa. Además, se estudian los factores que intervienen en el equilibrio químico y cómo este se ve alterado y desplazado a un nuevo estado de equilibrio. Finalmente, se aborda la relación del equilibrio químico con la variación de la energía libre y la forma de predecir el estado de equilibrio en reacciones gaseosas ideales.

En conjunto con lo anterior, la unidad promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, como el procesamiento e interpretación de información mediante la tabulación, construcción de diagramas y su interpretación, además de la formulación de explicaciones, asociando datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio.

#### CONOCIMIENTOS PREVIOS

---

- › Velocidad de las reacciones químicas.
- › Efectos producidos por diversos factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas: grado de división, concentración, temperatura, presión.
- › Ley de velocidad de las reacciones químicas.
- › Análisis de mecanismos de reacción, etapas elementales, molecularidad y paso determinante de la reacción.
- › Perfil energético de una reacción química y su relación con el mecanismo de reacción química.
- › Catálisis, catalizadores y su clasificación en homogéneos y heterogéneos.
- › Aplicaciones tecnológicas de los catalizadores y de la cinética de las reacciones.

## CONCEPTOS CLAVE

---

Equilibrio químico, equilibrio homogéneo, equilibrio heterogéneo, ley de acción de masas, reversibilidad de una reacción química, constante de equilibrio, concentraciones en equilibrio, principio de Le Châtelier, equilibrio químico en reacciones gaseosas ideales.

## CONTENIDOS

---

- › Fundamentos y naturaleza del equilibrio químico en reacciones químicas del entorno.
- › Clasificación y descripción del equilibrio químico en homogéneos y heterogéneos.
- › Definición de la constante de equilibrio, su expresión general y, para casos particulares, su relación con las constantes de velocidad.

## HABILIDADES

---

- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

## ACTITUDES

---

- › Interés.
- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Originalidad.
- › Protección del entorno.
- › Respeto.

## APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Las y los estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p><b>AE 11</b> Explicar los fundamentos y naturaleza del equilibrio químico que alcanzan algunas reacciones químicas del entorno y su clasificación en equilibrios homogéneos y heterogéneos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Argumentan con evidencia teórica y empírica la naturaleza del equilibrio químico.</li> <li>› Establecen similitudes y diferencias entre equilibrio físico y equilibrio químico.</li> <li>› Representan diversas reacciones químicas del entorno que se encuentran en equilibrio químico.</li> <li>› Clasifican el equilibrio químico de diferentes reacciones del entorno en equilibrio homogéneo y heterogéneo.</li> <li>› Dan ejemplos de reacciones químicas del entorno que presentan equilibrio químico homogéneo y heterogéneo.</li> </ul>
<p><b>AE 12</b> Procesar e interpretar información que permite definir la constante de equilibrio de diversas reacciones químicas del entorno y su relación con la velocidad de reacción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Exponen la pertinencia de las hipótesis y procedimientos utilizados para determinar la ley de acción de masas.</li> <li>› Determinan la expresión de la constante de equilibrio a partir de la representación de una reacción química reversible, su estequiometría y las concentraciones de las especies.</li> <li>› Ilustran gráficamente el estado de equilibrio químico en curvas de velocidad de reacción de reactantes y productos.</li> <li>› Predicen las concentraciones en equilibrio de las especies de una reacción química a partir de la constante de equilibrio y concentraciones iniciales.</li> <li>› Argumentan criterios sobre la constante de equilibrio para determinar la condición de equilibrio de una reacción química.</li> </ul>
<p><b>AE 13</b> Predcir la respuesta de una reacción química en equilibrio basándose en los diversos factores que intervienen en ella y de acuerdo con el principio de Le Châtelier.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Ilustran, por medio de diagramas y exposiciones, los factores que intervienen en el equilibrio químico (C, P, T, V).</li> <li>› Redactan un informe de investigación sobre el principio de Le Châtelier.</li> <li>› Argumentan en forma oral y escrita la pertinencia de las hipótesis y procedimientos utilizados por Le Châtelier para enunciar su principio de equilibrio químico.</li> <li>› Interpretan los desplazamientos hacia un nuevo equilibrio químico según la alteración de los factores que intervienen.</li> <li>› Evidencian experimentalmente algunos factores que intervienen en el equilibrio químico.</li> <li>› Predicen el desplazamiento de una reacción química según los valores de la constante de equilibrio y el cociente de reacción.</li> </ul>



## APRENDIZAJES ESPERADOS

## INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS

### AE 14

Relacionar la variación de energía libre con la constante de equilibrio como forma de predecir el estado de equilibrio en reacciones gaseosas ideales.

- › Grafican la energía libre versus las concentraciones de las especies de una reacción química, indicando las concentraciones en equilibrio.
- › Representan gráficamente las variaciones de entalpía y energía libre en un diagrama energía versus temperatura.
- › Evidencian la relación de la variación de energía libre con la constante de equilibrio procesando información de equilibrio químico en sistemas gaseosos ideales homogéneos.
- › Argumentan, basándose en evidencias, la dependencia de la constante de equilibrio de la variación de energía libre.
- › Dan ejemplos de aplicación industrial o tecnológica sobre la relación entre la variación de energía libre y la constante de equilibrio.

## OFT

## APRENDIZAJES ESPERADOS EN RELACIÓN CON LOS OFT

- › Interesarse por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad.
- › Valorar la vida en sociedad.
- › Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- › Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio de igualdad de derechos.
- › Respetar y valorar las ideas distintas de las propias.

## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

### EQUILIBRIO QUÍMICO

Se sugiere abordar los conocimientos de equilibrio químico teniendo la precaución de distinguir los conceptos y su expresión matemática con respecto de la unidad anterior (cinética química), considerando los aspectos termodinámicos y termoquímicos correspondientes.

Se recomienda considerar las características y propiedades del equilibrio químico en forma cualitativa y cuantitativa simultáneamente, pues facilita la comprensión de modelos, expresiones y leyes que rigen a las reacciones químicas en estado de equilibrio. El tratamiento cuantitativo de las unidades anteriores facilita la comprensión de los fenómenos empíricos que se desarrollarán en esta unidad. En este sentido, es fundamental mantener, a lo largo de la unidad, el análisis y estudio cualitativo, además de la obtención y procesamiento de datos e información que posteriormente será procesada e interpretada.

Los factores que inciden en el equilibrio químico deben ser abordados de manera permanente durante la unidad en relación con la constante de equilibrio.

La concentración de las especies en reacciones químicas en equilibrio, en general, y las presiones parciales constituyentes en reacciones químicas gaseosas en equilibrio se deben abordar centrando la atención en su utilidad en aplicaciones tecnológicas e industriales.

Es importante considerar los preconceptos de los y las estudiantes y el grado de comprensión adquirido sobre las unidades anteriores, por lo que es fundamental desarrollar permanentemente estrategias de evaluación para el aprendizaje sobre el equilibrio químico y contextualizar los contenidos tratados, en particular, sus diversas aplicaciones tecnológicas y ambientales.

Las actividades propuestas y aquellas que la y el docente elabore son también oportunidades para reforzar aprendizajes propios de otros sectores de aprendizaje.

### HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

A partir de las diversas actividades experimentales propuestas, los y las estudiantes se familiarizan con el procesamiento de datos e información, además de interpretar las evidencias de dichos experimentos.

Se sugiere trabajar los sistemas demostrativos en función de la constante de equilibrio químico, para luego estudiar sus variaciones en relación con los factores que afectan el equilibrio según Le Châtelier. Es importante hacer notar a los y las estudiantes cómo estos cambios repercuten en todos los sistemas, principalmente, industriales y biológicos, para que así puedan comprender temas de implicancia económica, ética, biológica, ambiental, entre otras.

## SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.

### AE 11

Explicar los fundamentos y naturaleza del equilibrio químico que alcanzan algunas reacciones químicas del entorno y su clasificación en equilibrios homogéneos y heterogéneos.

1. Investigan respecto del equilibrio químico que ocurre en el organismo en la función transportadora de la hemoglobina. Analizan las características químicas de la hemoglobina, el oxígeno y el dióxido de carbono. Discuten sobre los riesgos de estar en bajas concentraciones de oxígeno y cómo se evitan intoxicaciones aéreas del cuerpo humano. Relacionan lo investigado con las condiciones de equilibrio del organismo y confeccionan un tríptico informativo.  
® Biología
2. Indagan sobre los problemas que provoca el sodio en la presión arterial y establecen una relación entre el sodio y el potasio y su equilibrio en las células para mantener regulada la presión arterial. Discuten sobre la función reguladora de la proteína bomba sodio-potasio ATPasa. Exponen frente a sus pares sobre la relación de esta temática con la naturaleza del equilibrio químico.  
® Biología
3. Observan un diagrama de fases del agua, indicando las condiciones de presión y temperatura en las cuales se encuentra en estado sólido, líquido y gaseoso. Analizan lo que ocurre en las líneas que separan cada una de las fases y en el punto triple. Formulan explicaciones respecto del tipo de equilibrio (físico o químico) que se establece en las situaciones anteriores. Indagan sobre el concepto de “punto de ebullición” o “punto de congelación” como estado de coexistencia de fases, y discuten los aspectos relevantes con sus pares.
4. Analizan la reacción química involucrada en el proceso de Haber-Bosch y establecen si este equilibrio químico es homogéneo o heterogéneo. Discuten sobre las aplicaciones del proceso de Haber-Bosch en la síntesis de fertilizantes, como el salitre, y sobre las formas en que la industria ha reemplazado el uso de materias primas por materias sintéticas.

### Observaciones a la o el docente

Se sugiere revisar los siguientes artículos:

<http://www.uantof.cl/salares/PROCESO%20INDUSTRIAL%20DEL%20SALITRE%20SINTETICO.pdf>.

<http://www.escet.urjc.es/~idorado/fundamentosITI/procesohaber.pdf>.

5. Observan lo ocurrido en los hervidores o teteras en las casas, al formarse una capa sólida de color blanco. Plantean la reacción química que ocurre con los iones reaccionantes y el sólido formado. Discuten sobre la existencia de un equilibrio químico en esta reacción y presentan argumentos para explicar si este equilibrio es homogéneo o heterogéneo. Contestan preguntas como las siguientes: ¿Qué ocurre al poner vinagre en la tetera con sarro? ¿Qué ocurre cuando el agua se está calentando?
6. Agregan en un tubo de ensayo 5 mL de una solución al 5 % m/V de KI. En un segundo tubo de ensayo agregan 5 mL de una solución al 5 % m/V de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Anotan las observaciones de las soluciones. Introducen el KI en el  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  y registran sus observaciones. Construyen la ecuación química de la reacción observada. Discuten si existe un equilibrio químico en lo observado y determinan si este equilibrio es heterogéneo u homogéneo.

### AE 12

Procesar e interpretar información que permite definir la constante de equilibrio de diversas reacciones químicas del entorno y su relación con la velocidad de reacción.

1. Escriben la expresión de la constante de equilibrio,  $K_p$  y  $K_c$ , para distintas reacciones químicas, tales como:  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{ac}) \longrightarrow \text{PbO}(\text{s}) + \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ;  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Analizan en ellas las sustancias que se incluyen en la expresión de la constante de equilibrio y las razones para excluir algunas de estas. Explican la relación que existe entre un valor determinado de una constante de equilibrio y su expresión matemática.
2. Construyen un gráfico de velocidad de reacción de reactantes y productos versus tiempo. Analizan lo que ocurre en el gráfico al comienzo de la reacción química, en el transcurso y al final de esta. Formulan explicaciones para el hecho de que al estabilizar la reacción química se llega a un equilibrio químico.

3. Se les presenta la siguiente situación:  
A 448 °C, la constante de equilibrio ( $K_{eq}$ ) de la reacción  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  es 51. Determine el valor de  $Q$  y prediga la dirección en que avanzará la reacción para alcanzar el equilibrio a 448 °C si se comienza con las siguientes concentraciones: 0,005 M de  $H_{2(g)}$ , 0,015 M de  $I_{2(g)}$  y 0,01 M de  $HI_{(g)}$ .  
A continuación, discuten sobre el avance de la reacción química en un sentido u otro de acuerdo al valor de la constante de equilibrio y el cociente de reacción.
4. Se les presenta la siguiente situación y responden la pregunta:  
En el equilibrio  $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  el valor de la constante de equilibrio,  $K_{eq}$ , es de 0,497 a 500 K. Se carga un cilindro de gas a 500 K con  $PCl_{5(g)}$  a una concentración inicial de 1,45 M. ¿Cuáles son las concentraciones en el equilibrio de  $PCl_{5(g)}$ ,  $PCl_{3(g)}$  y  $Cl_{2(g)}$ ?  
Luego, discuten la relación que existe entre el valor de la constante de equilibrio y las concentraciones calculadas para cada especie.
5. Se les presenta la siguiente situación y desarrollan las actividades:  
En un recipiente de 2 L de capacidad se dispone una cierta cantidad de  $N_2O_{4(g)}$  y se calienta el sistema hasta 298K. La reacción que tiene lugar es:  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{2(g)}$ . El equilibrio químico se alcanza cuando la presión total dentro del recipiente es 1,0 atm (101,3 kPa) y la presión parcial del  $N_2O_4$  es 0,70 atm (70,9 kPa).  
Calcule el valor de  $K_p$  a 298K.  
Prediga la dirección del equilibrio químico que tendrá esta reacción.

**AE 13**

Predecir la respuesta de una reacción química en equilibrio basándose en los diversos factores que intervienen en ella y de acuerdo con el principio de Le Châtelier.

1. En un tubo de ensayo agregan 5 mL de solución de cromato de potasio 0,1 M y anotan las observaciones. A continuación, agregan 1 mL de ácido clorhídrico 1 M, y anotan las observaciones. Luego, agregan 1 mL de hidróxido de sodio 1 M y anotan las observaciones. Repiten este procedimiento hasta completar un total de 11 mL de solución en el tubo de ensayo.  
Analizan los cambios producidos en el tubo de ensayo. Discuten si existe equilibrio químico y cuál es el factor que lo altera. Esquematizan los pasos seguidos para analizar los cambios en el tubo en cada reacción.

2. Agregan 5 mL de agua en un tubo de ensayo y 3 gotas de fenolftaleína. Luego, agregan 5 gotas de NaOH 1 M y agitan, registrando sus observaciones. A continuación, agregan 5 gotas de HCl 1 M y agitan, registrando sus observaciones. Por último, agregan en forma alternada alícuotas de 5 gotas de NaOH y HCl, cinco veces. Analizan los cambios producidos en el tubo de ensayo. Discuten si existe equilibrio químico y cuál es el factor que lo altera. Al determinar el factor que lo altera, con ayuda de fuentes bibliográficas, exponen la importancia de dicho factor sobre los sistemas en equilibrio.
3. En un tubo de ensayo, colocan 2 mL de sulfato cúprico 0,1 M y agregan, gota a gota, solución de hidróxido de sodio 0,2 M hasta la precipitación de hidróxido cúprico. Luego, agregan solución de amoníaco 0,1 M hasta la disolución del precipitado. Sobre la disolución anterior añaden solución de ácido sulfúrico 0,1 M. Anotan lo observado en cada paso. Analizan la situación de equilibrio químico en cada paso y su reversibilidad.
4. Agregan 5 mL de solución de cloruro de cobalto 1 M en un tubo de ensayo. Introducen el tubo de ensayo en un recipiente con hielo, registrando la temperatura y color de la solución. Luego, introducen el tubo de ensayo en un recipiente con agua caliente (sobre los 50 °C), registrando la temperatura y color de la solución. Realizan los pasos anteriores en forma alternada (agua fría y agua caliente), cinco veces cada uno, registrando temperatura y color de la solución. Analizan los cambios producidos en el tubo de ensayo. Discuten si existe equilibrio químico y cuál es el factor que lo altera. Debaten en torno a las preguntas: ¿Es posible predecir el equilibrio de esta reacción en términos de desplazamiento? ¿Qué valor tendría la constante en este caso? ¿Qué evidencia física sirve para demostrar el equilibrio? Hacen una exposición breve de lo realizado.
5. Se les presenta el siguiente equilibrio y se les explica que es una reacción exotérmica:  $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$ . Responden cómo afectará a una mezcla de equilibrio de los tres gases llevar a cabo las siguientes acciones:
  - a. Agregar  $\text{O}_2(\text{g})$  al sistema.
  - b. Calentar la mezcla de reacción.
  - c. Aumentar la presión total del sistema.
  - d. Extraer  $\text{SO}_3(\text{g})$  del sistema.Fundamentan sus respuestas basándose en el principio de Le Châtelier. Elaboran un informe breve, un esquema o una V de Gowin.

6. Se les presenta la siguiente situación:  
En el siguiente sistema  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$   $\Delta H = -11 \text{ kJ}$ .  
Luego, desarrollan las actividades a continuación:
- Discuten que ocurrirá con el equilibrio químico si se aumenta o disminuye la temperatura.
  - Si se aumenta o disminuye el volumen de reacción.
  - Analizan el valor de la constante al variar la temperatura.
  - Discuten en torno a preguntas como: ¿influye si la reacción es exotérmica o endotérmica en el desplazamiento de una reacción? Ejemplifican argumentando con situaciones cotidianas.

## AE 14

Relacionar la variación de energía libre con la constante de equilibrio como forma de predecir el estado de equilibrio en reacciones gaseosas ideales.

- Se les explica que la síntesis de amoníaco se lleva a cabo de acuerdo a la reacción química  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ , y que tiene una energía libre de Gibbs estándar de  $-33,3 \text{ kJ/mol}$ . Con esta información, determinan si el proceso en condiciones estándar se desplazará hacia la formación de productos o reactantes. Calculan la energía libre de Gibbs en condiciones no estándar, considerando que se miden en el sistema  $1,0 \text{ atm}$  de  $\text{N}_2(\text{g})$ ,  $3 \text{ atm}$  de  $\text{H}_2(\text{g})$  y  $0,5 \text{ atm}$  de  $\text{NH}_3(\text{g})$ . Comparan los valores de energía libre de Gibbs en condiciones estándar y no estándar, y discuten sobre el desplazamiento del equilibrio químico hacia los productos y la efectividad de las condiciones para que ocurra la reacción química.
- Analizan la condición de equilibrio del proceso de ebullición de  $\text{CCl}_4$ . Escriben la ecuación química para el proceso de ebullición normal del tetracloruro de carbono líquido. Luego, establecen el valor de la constante de equilibrio y la energía libre de Gibbs para el punto de ebullición normal del tetracloruro de carbono líquido. Analizan y formulan explicaciones para los valores de la constante de equilibrio y energía libre de Gibbs en este punto. Estiman el valor de la temperatura de ebullición, sabiendo que la entalpía normal de ebullición es  $32,6 \text{ kJ/mol}$  y la entropía normal de ebullición es  $95,0 \text{ kJ/mol}$ . Diseñan un gráfico de avance de la reacción para representar las variaciones del proceso, discutiendo con sus pares las consecuencias de las variables y su modelización mediante estos gráficos.

3. Analizan la reacción química de extracción de cobre de minas a tajo cerrado. Basándose en el valor de energía libre de Gibbs del proceso de descomposición del  $\text{Cu}_2\text{S}(s)$ , determinan la constante de equilibrio y discuten sobre la espontaneidad de la reacción química. Luego, analizan el procedimiento industrial de reacción de  $\text{Cu}_2\text{S}(s)$  con oxígeno para producir cobre, en el que se acopla la reacción de descomposición del  $\text{Cu}_2\text{S}(s)$  con la formación de anhídrido sulfuroso. Calculan la energía libre de Gibbs y la constante de equilibrio del proceso final. Por último, discuten si el proceso industrial está desplazado hacia la formación de productos.

#### **Observaciones a la o el docente**

Se sugiere generar instancias de discusión sobre la importancia industrial de conocer el desplazamiento de una reacción, solicitando a los y las estudiantes que, con ayuda de fuentes confiables, argumenten sus respuestas basándose en alguna industria química masiva.

Para más detalles sobre esta actividad, se recomienda revisar el capítulo "Termodinámica Química", en la sección "Energía libre y constante de equilibrio" del libro *Química. La ciencia central*, de los autores Theodore Brown, Eugene Lemay y Bruce Bursten.

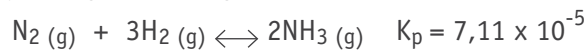


## EJEMPLO DE EVALUACIÓN

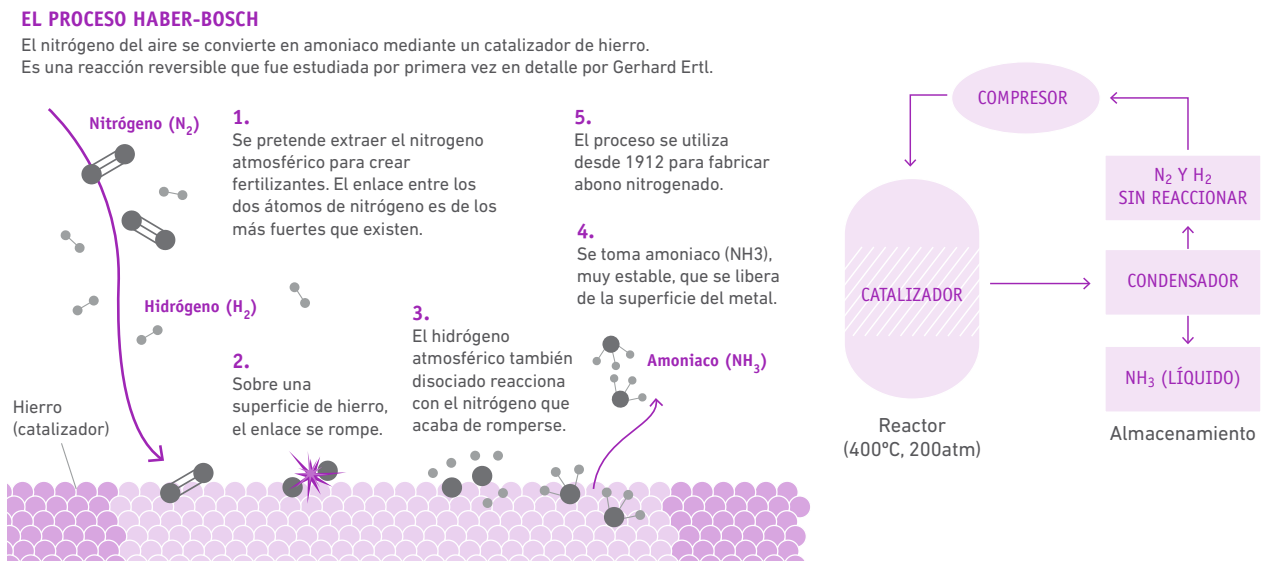
APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><b>AE 12</b> Procesar e interpretar información que permite definir la constante de equilibrio de diversas reacciones químicas del entorno y su relación con la velocidad de reacción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Determinan la expresión de la constante de equilibrio a partir de la representación de una reacción química reversible, su estequiometría y de las concentraciones de las especies.</li> <li>› Predicen las concentraciones en equilibrio de las especies de una reacción química a partir de la constante de equilibrio y concentraciones iniciales.</li> <li>› Argumentan criterios sobre la constante de equilibrio para determinar la condición de equilibrio de una reacción química.</li> </ul>
<p><b>HPC 05</b> Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Discuten implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de asuntos científicos y tecnológicos que se encuentran en debates de interés público en el ámbito local, nacional e internacional, argumentando sus opiniones con un lenguaje científico pertinente.</li> </ul>

## ACTIVIDAD PROPUESTA

Lea la siguiente información y desarrolle las actividades a continuación:  
El amoníaco es un producto químico importante en diferentes procesos, fundamentalmente en la industria agropecuaria, en la que es utilizado como fertilizante debido a que las bacterias del suelo que participan activamente en el ciclo del nitrógeno pueden convertir el amoníaco en nitritos y nitratos. Por esta razón, el amoníaco es introducido directamente al suelo como fertilizante. Para producir amoníaco se aplica el denominado proceso Haber-Bosch, en el que se genera la siguiente reacción a 400 °C:



El siguiente esquema es un ejemplo de dicho proceso:



Si la síntesis de amoníaco se produce en un estanque de 1 litro de capacidad y el reactor se encuentra a 400 °C ( $K_p = 7,11 \times 10^{-5}$ ) y se introducen inicialmente 1 mol  $N_2$  y 3 moles de  $H_2$ , realice lo siguiente:

- a. Explique la relación que existe entre la constante de equilibrio expresada en función de las presiones parciales y la expresada en función de las concentraciones. A partir del caso presentado: ¿Cuál es el valor de la constante de equilibrio en función de la concentración ( $K_c$ )? ¿Cuál es la concentración en el equilibrio de amoníaco?
- b. Responda cuáles son las causas y consecuencias que podrían verificar la siguiente afirmación, formulando explicaciones y argumentos científicos lógicos al respecto: “Este proceso químico es considerado como la invención más importante del siglo XX, sin embargo, se revela como un peligro mortal para el bienestar de la especie humana y del ambiente”.

## ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Establece y escribe el balance de la ecuación química que representa la reacción del proceso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identifica el equilibrio químico en fase gaseosa cuya expresión de la constante de equilibrio se encuentra en función de las presiones parciales ( $K_p$ ).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Expone la relación entre las constantes de equilibrio en función de las presiones parciales y de las concentraciones ( $K_p$ y $K_c$ , respectivamente).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Determina el valor de $K_c$ y de las concentraciones en equilibrio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Argumenta el impacto y consecuencias, sobre el ambiente y los organismos, del uso excesivo de amoníaco como fertilizante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**N** = Nunca logrado

**O** = Ocasionalmente logrado

**CS** = Casi siempre logrado

**S** = Siempre logrado



# Bibliografía

## BIBLIOGRAFÍA PARA LA O EL DOCENTE

**Asimov, I. (1980).** *Breve Historia de la Química*. España: Editorial Alianza.

**Atkins, P.(2008).** *Química Física*. Argentina: Editorial Médica Panamericana.

**Atkins, P. y Jones, L. (2009).** *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. 3ª edición. Argentina: Editorial Médica Panamericana.

**Bellama, U. (2008).** *Química general*. 3a edición. España: Editorial Thomson Paraninfo.

**Brock, W. H. (1998).** *Historia de la química*. España: Editorial Alianza.

**Brown, T. (2009).** *Química, La Ciencia Central*. México: Editorial Pearson Educación.

**Ceretti, H. (2000).** *Experimentos en contexto. Química, manual de laboratorio*. Argentina: Editorial Pearson Educación.

**Chang, R. (2008).** *Fisicoquímica*. 3a edición. México: Editorial Mc Graw Hill.

**García, P. T. (2009).** *Química bachillerato*. España: Editorial Grupo EDEBÉ.

**Ganuza, J. L., Casas, G. M. y Queipo, A. M. P. (1998).** *Química*. España: Editorial Mc Graw Hill.

**Garritz, A. y Chamizo, J. A. (1994).** *Química*. Estados Unidos: Editorial Addison-Wesley Iberoamericana SA.

**Garritz, A., Gasque, L. y Martínez, A. (2005).** *Química Universitaria*. México: Editorial Pearson Educación

**Hill, J. y Kolb, D. (1999).** *Química para el Nuevo milenio*. México: Editorial Pearson Prentice Hall.

**Knigh, M. (1992).** *Ideas in Chemistry. A History of the Science*. Inglaterra: Editorial Athlone Press.

**Lopez, J. (2000).** *Problemas de Química*. Madrid: Editorial Pearson Educación.

**McMurry, J. y Fay, R. (2009).** *Química General*. 5ª edición. México: Editorial Pearson Educación.

**Mullin, V. (1969).** *Química Recreativa*. España: Ediciones Santillana.

**Petrucci, R. y Otros. (2003).** *Química General*. 8ª edición. España: Editorial Pearson Educación.

**Pinto, G, Castro, C. y Martínez, J. (2006).** *Química al alcance de todos*. España: Editorial Pearson Educación.

**Quintanilla, M. et al. (2010).** *Unidades didácticas en Química*. Chile: Editado por Grupo GRECIA, Pontificia Universidad Católica de Chile. (Disponible en [www.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia11jul.pdf](http://www.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia11jul.pdf))

**Vega de Kuypers, J. y Ostomol, R. (1998).** *Recursos naturales de Chile: una visión desde la química*. Chile: Editores MECE Media.

**Whitten, K. (2000).** *Química*. 8ª edición. México: Editorial Mc Graw Hill.

**Zumdahl, S. (2007).** *Fundamento de Química*. 5ª edición. México: Editorial Mc Graw Hill.

## DIDÁCTICA

**Adúriz-Bravo, A. (2005).** *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. 1ª edición. Argentina: Ediciones Fondo de Cultura Económica.

**Astolfi, J. P. (2001).** *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. 1ª edición. Serie Fundamentos N° 17. Colección investigación y enseñanza. España: Ediciones Díada.

**Chalmers, F., Padilla, A., López, P., y Pérez, E. (2010).** *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* España: Ediciones Siglo XXI.

**Delibes de Castro, M. y Otros. (2008).** *Ciencias para el mundo contemporáneo*. España: Ediciones Vicens Vives.

**Gribbin, J. (2005).** *Historia de la ciencia*. 1ª edición. España: Ediciones Crítica.

**Harlen, W. (1998).** *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Volumen 9. España: Ediciones Morata.

**Harlen, W. (2012).** *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias.* Chile: Ediciones Academia Chilena de Ciencias.

**Harlen, W. (2013).** *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica.* Italia: Ediciones Global Network of Academies, Science Education Programme.

**Jorba, J. Casellas, E. (1997).** *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula. Volumen I: La regulación y la autorregulación de los aprendizajes.* España: Ediciones Síntesis.

**Jorba, J. Gómez, y I. Prat, A. (2000).** *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares.* España: Ediciones Síntesis.

**Kaufman, M. y Fumagalli, L. (2000).** *Enseñar Ciencias Naturales Reflexiones y Propuestas Didácticas.* Argentina: Ediciones Paidós Educador.

**Kragh, H. (2007).** *Introducción a la historia de la ciencia.* España: Editorial Crítica.

**Loo Corey, C. (2005).** *Enseñar a aprender.* Chile: Editores Arrayán.

**Marzano, R. (1992).** *Dimensiones del aprendizaje. Manual del profesor. Cómo ayudar a los alumnos a usar el conocimiento en forma significativa, mediante la indagación científica.* Chile: Editores Arrayán.

**Ontoria, A. et al. (1996).** *Mapas conceptuales: una técnica para aprender.* España: Editorial Narcea.

**Osborne, R. y Freyberg, M. (1998).** *El aprendizaje de las ciencias.* España: Editorial Narcea.

**Perales, J. y Cañal, P. (2000).** *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias.* España: Editorial Marfil.

**Pozo, J. y Gómez M. (2009).** *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* 6ª edición. España: Editorial Morata. (Colección Pedagogía).

**Pujol, R. M. (2003).** *Didáctica de las ciencias en la educación primaria.* España: Editorial Síntesis.



**Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo, A. (eds.). (2006).** *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas.* Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

**Quintanilla, M. (2012).** *Las competencias de pensamiento científico desde las "voces del aula".* Chile: Editorial Bellaterra.

**Quintanilla, M. (2007).** *Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado.* Chile: Arrayán Editores.

**Quintanilla, M. (2007).** *Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado.* Chile: Arrayán Editores.

**Sanmartí, N. (2002).** *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria.* 1a edición. España: Editorial Síntesis.

**Sanmartí, N. (2007).** *10 ideas clave. Evaluar para aprender.* España: Editorial GRAÓ.

**Santelices, L., Gómez, X. y Valladares, L. (1992).** *Laboratorio de ciencias naturales: experimentos científicos para la sala de clases.* Chile: Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, TELEDUC.

**Solsona, N. (1997).** *Mujeres científicas en todos los tiempos.* España: Ediciones Talasa.

**Vancleave, J. (2001).** *Guía de los mejores proyectos para la feria de ciencias.* México: Ediciones Limusa.

**Vancleave, J. (2005).** *Enseña la ciencia de forma divertida.* México: Ediciones Limusa.

**Veglia, S. (2007).** *Ciencias naturales y aprendizaje significativo.* Argentina: Ediciones novedades.

**Weissmann, H. (2002).** *Didáctica de las Ciencias Naturales.* Argentina: Editorial Prometeo Libros.

## SITIOS WEB RECOMENDADOS

*(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en noviembre de 2014. Es importante tener en cuenta que para acceder a los enlaces puede ser necesario utilizar un navegador distinto al que usa frecuentemente. Además, para la correcta ejecución de algunos recursos, se recomienda actualizar la versión Flash y Java)*

- <http://www.physicsclassroom.com>
- <http://www.profisica.cl>
- <http://gestion.catalogored.cl>
- <http://www.enlaces.cl>
- <http://www.quimitube.com>
- [http://www.fisicanet.com.ar/quimica/cinetica\\_quimica/ap01\\_cinetica\\_quimica.php](http://www.fisicanet.com.ar/quimica/cinetica_quimica/ap01_cinetica_quimica.php)
- <http://www.educatina.com/quimica>
- <http://www.creces.cl>
- <http://www.conama.cl>
- <http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/quimica/default.asp>
- <http://www.educarchile.cl>
- <http://www.explora.cl>
- <http://www.tuscompetenciasenciencias.cl>
- <http://www.bipm.org/en/si> (sitio de Sistema Internacional de Unidades)
- [http://www.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia](http://www.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia) (sitio de Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Grecia))
- <http://www.educaplus.org> [www.curriculumenlinea.cl](http://www.curriculumenlinea.cl)

## BIBLIOGRAFÍA PARA LOS Y LAS ESTUDIANTES

**Brown, T. (2009).** *Química, La Ciencia Central*. México: Editorial Pearson Educación.

**Chadwick, I. et al. (2004).** *Química en acción 2° Medio*. Chile: Editorial Mare Nostrum.

**Contreras, M. et al. (2008).** *Química 3° Medio*. Chile: Editorial Zig-Zag S. A.

**Hill, J. y Kolb, D. (2000).** *Química para el Nuevo milenio*. México: Editorial Pearson Prentice Hall.

## SITIOS WEB RECOMENDADOS

*(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en noviembre de 2014. Es importante tener en cuenta que para acceder a los enlaces puede ser necesario utilizar un navegador distinto al que usa frecuentemente. Además, para la correcta ejecución de algunos recursos, se recomienda actualizar la versión Flash y Java)*

- <http://www.physicsclassroom.com>
- <http://www.profisica.cl>
- <http://gestion.catalogored.cl>
- <http://www.enlaces.cl>
- <http://www.quimitube.com>
- [http://www.fisicanet.com.ar/quimica/cinetica\\_quimica/ap01\\_cinetica\\_quimica.php](http://www.fisicanet.com.ar/quimica/cinetica_quimica/ap01_cinetica_quimica.php)
- <http://www.educatina.com/quimica>
- <http://www.creces.cl>
- <http://www.conama.cl>
- <http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/quimica/default.asp>
- <http://www.educarchile.cl>
- <http://www.explora.cl>
- <http://www.tuscompetenciasenciencias.cl>

## BIBLIOGRAFÍA CRA

A continuación se detallan publicaciones que se pueden encontrar en las Bibliotecas CRA (Centro de Recursos para el Aprendizaje) a lo largo del país, las cuales pueden ser utilizadas en las distintas unidades.

**Alvarez, M. et al. (1993).** *Técnicas básicas de laboratorio de Química*. España: Editorial Akal.

**Chang, R. (2010).** *Química*. México: Editorial Mc Graw Hill.

**Hewitt, S. (2005).** *Química*. Argentina: Editorial Panamericana.

**Long, G. (1991).** *Química general*. Estados Unidos: Editorial Addison Wesley Iberoamericana.

**Meruane , T. y Naranjo, B. (1994).** *Química ambiental*. España: Ediciones Edebé.

**Van Cleave, J. (1996).** *Química para niños y jóvenes*. México: Editorial Limusa.

**Varios Autores. (1998).** *Química en la comunidad*. Estados Unidos: Editorial Addison Wesley Longman.

**Yurkanis, P. (2007).** *Fundamentos de química orgánica*. México: Editorial Prentice Hall.

# Anexos

## ANEXO 1

### USO FLEXIBLE DE OTROS INSTRUMENTOS CURRICULARES

Existe un conjunto de instrumentos curriculares que los y las docentes pueden utilizar de manera conjunta y complementaria con el Programa de Estudio. Estos pueden ser usados de manera flexible para apoyar el diseño e implementación de estrategias didácticas y para evaluar los aprendizajes.

*Orientan sobre la  
progresión típica de  
los aprendizajes*

#### MAPAS DE PROGRESO

Ofrecen un marco global para conocer cómo progresan los aprendizajes clave a lo largo de la escolaridad.

Pueden ser usados, entre otras posibilidades, como un apoyo para abordar la diversidad de aprendizajes que se detectan al interior de un curso, ya que permiten:

- › Caracterizar los distintos niveles de aprendizaje en los que se encuentran las y los estudiantes de un curso.
- › Reconocer de qué manera deben continuar progresando los aprendizajes de los grupos de estudiantes que se encuentran en estos distintos niveles.

*Apoyan el trabajo  
didáctico en el aula*

#### TEXTOS ESCOLARES

Desarrollan los Objetivos Fundamentales y los Contenidos Mínimos Obligatorios para apoyar el trabajo de los y las estudiantes en el aula y fuera de ella, y les entregan explicaciones y actividades para favorecer su aprendizaje y su autoevaluación.

Las y los docentes pueden enriquecer la implementación del currículo haciendo también uso de los recursos entregados por el Mineduc por medio de:

- › Los **Centros de Recursos para el Aprendizaje (CRA)**, que ofrecen materiales impresos, audiovisuales y digitales.
- › El **Programa Enlaces**, que pone a disposición de los establecimientos diversas herramientas tecnológicas.

## ANEXO 2

### OBJETIVOS FUNDAMENTALES POR SEMESTRE Y UNIDAD

OBJETIVO FUNDAMENTAL	Semestre 1		Semestre 2	
	U1	U2	U3	U4
1. Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.		●	●	
2. Organizar e interpretar datos y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.	●	●	●	●
3. Evaluar y debatir las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología, utilizando un lenguaje científico pertinente.	●	●	●	●
4. Comprender las transformaciones de la energía calórica involucradas en las diversas reacciones químicas, y su relación con la reactividad, la espontaneidad y el equilibrio químico.	●	●		●
5. Reconocer los fundamentos cinéticos que sustentan la formación y desaparición de compuestos en diversas reacciones químicas, catalizadas o no, y explicar el equilibrio químico en esas reacciones.			●	●

## ANEXO 3

### CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS POR SEMESTRE Y UNIDAD

CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS	Semestre 1		Semestre 2	
	U1	U2	U3	U4
<b>HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO</b>				
1. Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones, por ejemplo, la determinación del principio de Le Châtelier.		●	●	●
2. Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas, por ejemplo, el estudio de convertidores catalíticos.		●	●	
3. Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel, por ejemplo, en el estudio de variables termodinámicas y cinéticas de reacción.	●	●	●	●
4. Discusión y elaboración de informes de investigación bibliográfica en que se sintetice la información y las opiniones sobre controversias de interés público relacionadas con ciencia y tecnología, considerando los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales.		●	●	●
<b>LA MATERIA Y SUS TRANSFORMACIONES</b>				
5. Descripción teórica de las transformaciones de la energía calórica que acompañan los procesos químicos, aplicando las leyes y los factores energéticos asociados a la reactividad (entalpía, entropía y energía libre), por ejemplo, para seleccionar el uso de un combustible poco contaminante, estudios del efecto invernadero y calentamiento global.	●	●		
6. Determinación teórica de la espontaneidad o no espontaneidad de las reacciones químicas y del equilibrio de un sistema, para evaluar procesos en que se obtengan, por ejemplo, nuevos productos útiles para la medicina o la industria.		●		
7. Explicación de los efectos producidos por diversos factores que influyen en la velocidad y el equilibrio de las reacciones químicas: grado de división, concentración, temperatura, presión.			●	●



CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS	Semestre 1		Semestre 2	
	U1	U2	U3	U4
8. Descripción de la acción de catalizadores para explicar procesos relevantes, como la catálisis enzimática, la hidrogenación de aceites en la preparación de margarina, la obtención de amoníaco, entre otros.			●	
9. Determinación de la constante de equilibrio, identificando los cambios en la concentración o presión de reactantes y productos, e interpretación de sus diferentes valores para describir el sentido en que evoluciona el sistema.				●
10. Descripción de diversos procesos químicos en los que intervienen gases de comportamiento ideal, relacionando la variación de energía libre con la constante de equilibrio de reacciones reversibles.		●	●	●

## ANEXO 4

### RELACIÓN ENTRE APRENDIZAJES ESPERADOS, OBJETIVOS FUNDAMENTALES (OF) Y CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS (CMO).

#### SEMESTRE 1

APRENDIZAJES ESPERADOS		OF	CMO
UNIDAD 1			
AE 01	Caracterizar los diferentes tipos de sistemas en los que ocurren los cambios de energía asociados a las reacciones químicas.	4	5
AE 02	Describir la transferencia y cambios de energía que ocurren en diferentes reacciones químicas del entorno.	2-4	3-5
AE 03	Explicar la ley de conservación de la energía basándose en el cambio de energía interna, el calor y el trabajo de un sistema	4	5
UNIDAD 2			
AE 04	Caracterizar el flujo de calor que hay en las reacciones químicas a presión constante por medio de la entalpía como función termodinámica.	1-2-4	3-5-6
AE 05	Explicar procesos espontáneos y no espontáneos que ocurren en las reacciones químicas y su relación con la entropía como función termodinámica.	2-4	3-5-6
AE 06	Predecir la espontaneidad o no espontaneidad y el equilibrio de una reacción química mediante las variaciones de la energía libre.	2-4	3-5-6

#### SEMESTRE 2

APRENDIZAJES ESPERADOS		OF	CMO
UNIDAD 3			
AE 07	Explicar los principales factores que influyen en la velocidad con que transcurren diferentes reacciones químicas del entorno.	2-5	3-7
AE 08	Interpretar, mediante la obtención, organización y procesamiento de información, la velocidad de las reacciones químicas del entorno y su variación en el tiempo.	1-2-5	2-3-7
AE 09	Describir mecanismos de reacción que ocurren en la formación de productos a partir de diferentes reactantes.	2-5	3-7
AE 10	Caracterizar el proceso de catálisis, los tipos de catalizadores y su acción en la variación de la rapidez de una reacción química.	2-3-5	3-4-8

## SEMESTRE 2

APRENDIZAJES ESPERADOS		OF	CMO
UNIDAD 4			
<b>AE 11</b>	Explicar los fundamentos y naturaleza del equilibrio químico que alcanzan algunas reacciones químicas del entorno y su clasificación en equilibrios homogéneos y heterogéneos.	2-5	3-9
<b>AE 12</b>	Procesar e interpretar información que permite definir la constante de equilibrio de diversas reacciones químicas del entorno y su relación con la velocidad de reacción.	1-2-5	2-3-9
<b>AE 13</b>	Predecir la respuesta de una reacción química en equilibrio basándose en los diversos factores que intervienen en ella y de acuerdo con el principio de Le Châtelier.	1-2-5	1-2-3-9
<b>AE 14</b>	Relacionar la variación de energía libre con la constante de equilibrio como forma de predecir el estado de equilibrio en reacciones gaseosas ideales.	2-3-5	3-4-9-10

