



**Licenciatura en Enseñanza
y Aprendizaje de la Química
Plan de Estudios 2022**

Estrategia Nacional de Mejora
de las Escuelas Normales

Programa del curso

Equilibrio químico

Quinto semestre

Primera edición: 2024

Esta edición estuvo a cargo de la Dirección General
de Educación Superior para el Magisterio
Av. Universidad 1200. Quinto piso, Col. Xoco,
C.P. 03330, Ciudad de México

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2022
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Trayecto formativo: **Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar**

Carácter del curso: **Currículo Nacional Base** Horas: **6** Créditos: **6.75**

Índice

Propósito y descripción general del curso.....	5
Cursos con los que se relaciona.....	8
Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso.....	10
Estructura del curso.....	12
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza.....	13
Proyecto integrador.....	15
Sugerencias de evaluación.....	18
Unidad de aprendizaje I. Aproximación al concepto de equilibrio químico.....	20
Unidad de aprendizaje II. Cálculo de la constante de equilibrio y su interpretación.....	30
Unidad de aprendizaje III. Sistemas químicos de interés comercial y cotidiano.....	37
Evidencia integradora del curso.....	44
Perfil académico sugerido.....	46
Referencias de este programa.....	47

Propósito y descripción general del curso

Propósito general

El propósito formativo de este curso es que el estudiantado normalista, a partir del estudio conceptual del equilibrio químico y los factores que intervienen en dicho proceso, expliquen el comportamiento de las reacciones reversibles en los fenómenos cotidianos de importancia biológica y económica, como el proceso Haber, equilibrio ácido-base y la corrosión, a fin de poner en acción sus saberes en situaciones cotidianas que el mundo demanda.

Antecedentes

En cursos anteriores, el estudiantado normalista profundizó en el estudio de las reacciones químicas, su clasificación bajo distintos criterios, su representación mediante ecuaciones químicas y la energía involucrada en ellas. Sin embargo, la mayoría de las reacciones químicas se presentaron como procesos que van en una sola dirección (denominadas reacciones irreversibles) que terminan cuando un reactivo se consume (reactivo limitante) y que se asocian con cambios observables como; la formación de precipitados, el desprendimiento de gases o cambios de color.

Por otra parte, existen otro tipo de reacciones químicas, las reversibles, cuya característica es que, si los reactivos se transforman en productos y viceversa a la misma velocidad, se alcanza el equilibrio químico.

El estudio de este curso es relevante porque le permitirá al estudiantado normalista comprender que las reacciones químicas son estados dinámicos, aplicará sus habilidades matemáticas en la resolución de problemas o ejercicios en situaciones de interés cotidiano y analizará con simuladores y prácticas de laboratorio qué sucede si se perturba el equilibrio químico de un sistema.

A pesar de existir dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de este concepto abstracto y complejo, el estudiantado podrá situar los conceptos teóricos y buscar una aplicabilidad en su contexto inmediato.

Si bien, son contenidos que no están considerados para su enseñanza en los programas de estudio de educación básica, en la media superior se abordan de manera muy general, por lo que, este curso abonará a la visión del estudiantado normalista que no todo proceso químico es irreversible, que existe la cuantitatividad, la cual dará otra perspectiva en el estudio de procesos industriales, ácido-base u oxidación.

Descripción

El equilibrio químico es uno de los temas centrales en el estudio de la química debido a su relevancia para comprender otros procesos químicos estrechamente relacionados, como las reacciones ácido - base, las reacciones redox, la formación de complejos o de solubilidad, con sus respectivas aplicaciones cotidianas o industriales.

Sin embargo, no es tan sencillo. A lo largo del curso el estudiantado normalista se enfrentará a una serie de desafíos conceptuales y procedimentales para predecir y explicar los comportamientos de un tipo de reacciones químicas, como son las reversibles, en las que los reactivos se transforman en productos y viceversa en un estado dinámico; si se hace a la misma velocidad, estamos ante una situación de equilibrio químico.

El concepto equilibrio químico tiene su origen en la observación suspicaz de científicos del siglo XIX, tales como Claude Louis Berthollet (1748-1822), quien, en una expedición a Egipto con Napoleón Bonaparte en 1789, en un lago salado observó la presencia de cristales de carbonato sódico, producto de la reacción entre el cloruro sódico (NaCl) y el carbonato de calcio (CaCO₃). Sin embargo, Berthollet conocía la reacción inversa, por lo que concluyó la existencia de reacciones químicas que se daban en ambos sentidos; de izquierda a derecha y de derecha a izquierda.

Años más tarde, en 1864, de manera experimental los noruegos Maximilian Guldberg (1836- 1902) y Peter Waage (1833-1900) determinaron la relación entre una magnitud que denominaron “constante de equilibrio” y las concentraciones (o masas activas), expresadas en mol/L, de reactivos y productos en el equilibrio. Esta relación actualmente recibe el nombre de Ley de acción de masas (LAM).

Por lo tanto, cuando una reacción reversible alcanza el equilibrio, ello se debe a que los reactivos se transforman a productos igualan a los productos que se transforman en reactivos en un sentido inverso. Las concentraciones, una vez alcanzado el equilibrio se mantienen constantes, pero habrá que hacer énfasis con el estudiantado normalista que no es un proceso estático, sino que a nivel microscópico se están dando las transformaciones de la materia en ambos sentidos.

Una vez alcanzado el equilibrio, el sistema se puede someter a perturbaciones en términos de concentración, presión o temperatura que, si se modifican, perturban el estado de equilibrio de una reacción química y tenderá a reestablecerse en uno u otro sentido; hacia la formación de más productos o de reactivos. Con ello nos referimos al Principio de Le Chatelier. A pesar de sus

limitantes en la aplicación industrial, puede ser estudiado y desarrollar estrategias pedagógicas para su enseñanza, en situaciones reales o hipotéticas, de tal manera que se fortalezca el pensamiento científico del estudiantado normalista. Además de que puede ser complementado con prácticas de laboratorio o actividades experimentales sencillas.

Conforme se avanza en el estudio de este curso, la y el estudiante normalista utilizará datos experimentales reales o hipotéticos para calcular matemáticamente la constante de equilibrio (K_c) y la constante de presiones parciales (K_p) que le permitan establecer relaciones entre las mismas; así como la elaboración de predicciones sobre los desplazamientos del equilibrio al utilizar concentraciones que no están en equilibrio mediante el cociente de reacción (Q_c). Para ello, se recomienda el uso de simuladores o laboratorios virtuales.

Desde el punto de vista termodinámico, el estudiantado normalista podrá relacionar la ecuación de la energía libre de Gibbs con las reacciones químicas estando o no en equilibrio, y predecir qué pasaría si se aumenta o disminuye la temperatura en el sistema.

Todos los conceptos y procesos enunciados anteriormente, sentarán las bases para estudiar diversas reacciones químicas de interés, tales como las reacciones ácido - base, redox, solubilidad y complejos, que le permitan explicar fenómenos en su vida cotidiana; por ejemplo, lo que le pasa a una persona con mal de altura, los problemas de la capa de ozono y los que se pueden presentar al hacer submarinismo, la obtención del agua carbonatada o la síntesis de amoníaco a nivel industrial; de tal manera que este curso complementa lo que ha revisado en semestres anteriores.

Por lo que, docente y estudiantado normalista trabajarán de la mano para llegar a la comprensión e interpretación de procesos químicos de alta relevancia en el plano social e industrial, así como a la consolidación de una cultura científica que pueda beneficiar a la población que atiende.

Este curso forma parte del quinto semestre y corresponde al Trayecto formativo Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar, con una carga horaria de 6 horas por semana y 6.75 créditos, con una duración de 18 semanas; distribuidas en tres unidades de aprendizaje.

Cursos con los que se relaciona

Los cursos de semestres anteriores con los que se relaciona *Equilibrio químico* son:

- *Nociones básicas de Química*; en el estudio de sus conceptos más importantes como materia, energía y cambio. Se aproxima al estudio de las reacciones químicas de manera general.
- *Enlace y reacciones químicas*; en él se revisan las características, aplicaciones y ejemplos de reacciones químicas en la vida cotidiana; así como la importancia de éstas en el control de procesos tanto naturales como industriales.
- *Matemáticas aplicadas a la química*; en el uso pertinente de conceptos y operaciones matemáticas para calcular la presión parcial de gases, la constante de equilibrio, así como el cálculo de entalpías.
- *Fisicoquímica*; en el que previamente se abordan constantes termodinámicas básicas para comprender el equilibrio químico.

Cursos del mismo semestre:

- *Modelizar y contextualizar la Química*; al abordar el uso de los modelos científicos para explicar el comportamiento de los sistemas químicos en equilibrio.
- *Análisis químico e instrumentación básica*; que le permite plantear metodologías de análisis químicos para determinar cualitativa o cuantitativamente algunas sustancias de interés involucradas temas comunes que se aborden mediante un proyecto integrador empleando buenas prácticas en el laboratorio.

Los cursos de semestres subsecuentes con los que se vincula son:

- *Química orgánica y bioquímica*; al profundizar en el estudio de esta rama de la Química, el estudiantado podrá explicar los procesos químicos en equilibrio que ocurren en los organismos.
- *Cinética química*; al reflexionar la importancia de algunas reacciones químicas reversibles que son de utilidad en distintos campos, y cómo podemos favorecer la formación de los productos químicos deseados.

Responsables del codiseño del curso

Este curso fue elaborado por las y los docentes normalistas Areli Rubí Salgado Fernández de la Escuela Normal Superior de México; Luis Ángel Martínez Olmedo, de la Escuela Secundaria Anexa a la Normal Superior de México y Gloria Zepeda Ramos de la Escuela Normal Superior de Chiapas.

Así como especialistas en el diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Sandra Elizabeth Jaime Martínez, María del Pilar González Islas y Gladys Añorve Añorve, de la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio.

Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso

Perfil general

Los dominios del saber a los que abona directamente este curso son los siguientes:

Hace intervención educativa mediante el diseño, aplicación y evaluación de estrategias de enseñanza, didácticas, materiales y recursos educativos que consideran a la alumna, al alumno, en el centro del proceso educativo como protagonista de su aprendizaje.

Desde un reconocimiento crítico propone e impulsa en su práctica profesional docente alternativas de solución a los problemas políticos, sociales, económicos, ecológicos y culturales de México y de su propio entorno.

Tiene pensamiento reflexivo, crítico, creativo, sistémico y actúa con valores y principios que hacen al bien común promoviendo en sus relaciones la equidad de género, relaciones interculturales de diálogo y simetría, una vida saludable, la conciencia de cuidado activo de la naturaleza y el medio ambiente, el respeto a los derechos humanos, y la erradicación de toda forma de violencia como parte de la identidad docente.

Perfil profesional

Los rasgos y desempeños del perfil de egreso profesional a los cuales contribuye este curso se enlistan a continuación:

Argumenta la influencia de las reacciones químicas en el desarrollo de la sociedad, la ciencia y la tecnología.

- Clasifica sustancias como ácidos y bases, de acuerdo con los modelos de Arrhenius, Lewis y de Bronsted - Lowry.
- Explica las reacciones de neutralización y sus cambios de pH asociados, empleando de manera pertinente diferentes tipos de indicadores.
- Analiza los procesos de transferencia de electrones en reacciones químicas y electroquímicas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.

- Identifica que una reacción química absorbe o desprende energía, con base en el valor de su entalpía, clasificando como endotérmica o exotérmica respectivamente.

Aplica la teoría en proyectos experimentales para explicar conceptos o resolver, con enfoque científico, problemas de la vida cotidiana.

- Ofrece explicaciones argumentadas y veraces acerca de los fenómenos naturales.
- Indaga sobre explicaciones racionales de los fenómenos químicos.
- Contrasta las hipótesis generadas con la información obtenida de la experimentación con honestidad y escepticismo, para fortalecer el aprendizaje.
- Explica de forma crítica la relación entre predicciones y hechos observados.
- Modela fenómenos y conceptos químicos para establecer semejanzas, analogías y relaciones entre variables.

Identifica la energía involucrada en la transformación de la materia de forma consciente y crítica, así como el impacto de ésta en la ciencia y la tecnología.

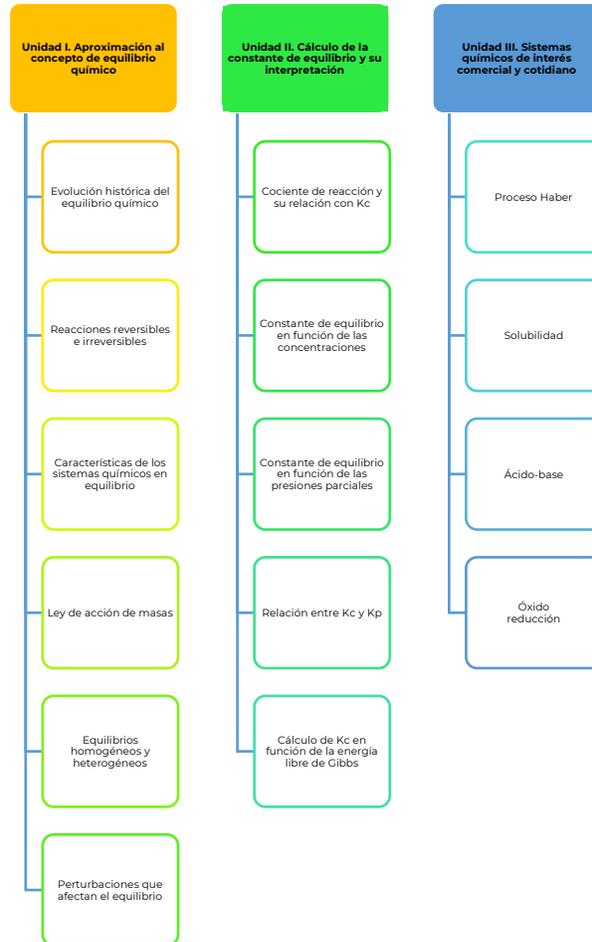
- Identifica la importancia del equilibrio en una reacción química.

Explica, con base en datos experimentales, la importancia de los factores que afectan el avance y rapidez de las reacciones químicas para el control de procesos industriales y de transformaciones naturales.

- Describe la constante de equilibrio químico asociando la concentración de productos, respecto a la concentración de reactivos en un sistema de equilibrio.
- Identifica los factores que afectan al equilibrio químico: temperatura, concentración y presión.
- Interpreta las relaciones existentes entre variables en el comportamiento de un gas.
- Reconoce que el equilibrio químico es dinámico y lo relaciona con la expresión de la constante de equilibrio.
- Identifica la importancia del equilibrio químico en una reacción química.

Estructura del curso

Se presentan los contenidos a abordar en el curso, distribuidos en tres unidades de aprendizaje, que se desglosan a continuación:



Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

A continuación, se presentan algunas propuestas metodológicas para abordar los contenidos que favorezcan el logro de los niveles de desempeño definidos en el perfil de egreso general y profesional, así como el fortalecimiento de un pensamiento crítico y esquemas de actuación sostenibles en la vida diaria.

Cabe mencionar que las actividades propuestas pueden adaptarse a fin de atender los diferentes perfiles cognitivos y contextos de las Escuelas Normales, para que el estudiantado, al realizarlas, individual o colaborativamente, recupere sus saberes y los vincule con la nueva información presentada, con la finalidad de construir aprendizajes significativos que impacten en su vida personal y profesional.

Son recomendaciones que se deben incorporar, de manera amplia, en cada una de las Unidades de aprendizaje. Siendo estas:

- Recuperar los conocimientos previos del estudiantado, mediante distintas estrategias enfocadas al estudio de las reacciones químicas irreversibles y las reversibles.
- Analizar sistemas físicos o químicos reversibles e irreversibles desde un punto de vista termodinámico y discutir en plenaria estos conceptos; además, clarificar si se trata de un estado estático o dinámico.
- Utilizar analogías y metáforas para ejemplificar los sistemas en equilibrio, tales como “el pintor y el des - pintor”; así como la elaboración de maquetas que representen dichas analogías y puedan comprender cómo se da una reacción reversible.
- Utilizar las TICCAD en el empleo de simulaciones y animaciones virtuales como ayuda didáctica para explicar el comportamiento de los sistemas químicos que se produce tras la perturbación del equilibrio.
- Realizar presentaciones digitales acerca de las temáticas abordadas en el curso; se recomienda las contenidas en la Unidad III.
- Promover actividades de búsqueda de información físicas y digitales, propiciando espacios para la revisión de las capacidades que van desarrollando en torno a esto.
- Realizar actividades experimentales o prácticas de laboratorio sencillas de reacciones químicas reversibles en el que se perturbe uno de los factores: concentración, presión o la temperatura del mismo para

comprobar el Principio de Le Chatelier. Se recomienda el uso de hipótesis.

- Resolver ejercicios matemáticos en el cálculo de la constante de equilibrio (K_c), la constante de equilibrio de presiones parciales (K_p), las concentraciones al equilibrio, entre otros, que permita conocer si el estudiantado está consiguiendo una compresión significativa de los mismos.
- Elaborar organizadores gráficos en el que se recuperen los saberes disciplinares y procedimentales del curso.
- Trabajar de manera colaborativa cada uno de los momentos del proyecto integrador sugerido, a partir de la reacción química seleccionada para su estudio.

Asimismo, para asegurar la participación activa del estudiantado normalista en la construcción de su aprendizaje, se sugiere implementar las siguientes metodologías activas:

- Proyecto educativo: es una forma de organización del aprendizaje en la que maestros, maestras, estudiantes y familia buscan, en conjunto, solución a un problema de su interés, preferiblemente con relevancia social, mediante un proceso activo y participativo. (Morejón, 2011, p. 34).
- Aprendizaje basado en problemas (ABP): Esta estrategia consiste en la selección o identificación de un problema o problemática derivada de la realidad, por tanto, es realista, relevante, factible y formativamente útil, porque se constituye en un escenario de aprendizaje en el que, inherentemente, la necesidad de comprender el problema y proponer alternativas de soluciones fundamentadas refleja la interdependencia entre los procesos educativos formales y los saberes y cosmovisiones comunitarias frente a esa realidad.
- Aprendizaje colaborativo: Promueve la igualdad sustantiva, impulsa la autonomía del aprendizaje, provoca la responsabilidad individual y colectiva de su formación, favorece la resolución de conflictos de manera pacífica, fomenta el diálogo de saberes.

Proyecto integrador

A lo largo de los últimos dos semestres, el estudiantado normalista ha desarrollado distintas actividades encaminadas al desarrollo de un proyecto integrador titulado “**¿Cuál es el impacto de las reacciones químicas en el medio ambiente de mi comunidad?**”. En el tercer semestre de la licenciatura, el estudiantado definió un nodo problematizador que respondiera a una problemática relacionada con el impacto de las reacciones en el medio ambiente de su comunidad. Asimismo, en el cuarto semestre desarrollaron un plan de acción sobre su proyecto con el objetivo de definir las actividades por realizar en los semestres subsecuentes.

Quinto semestre: **Acción**

Para el quinto semestre se propone que el estudiantado normalista ponga en marcha el plan de acción que diseñó durante el cuarto semestre, favoreciendo el trabajo inter y multidisciplinar, a través de comunidades de aprendizaje promoviendo relaciones interculturales con una conciencia sistémica, actuando con valores y principios éticos.

Lo anterior se logrará implementando el plan de acción y recuperando los resultados obtenidos, todo ello, como parte de una fase denominada **acción**.

Los cursos del quinto semestre que se vinculan con esta fase del proyecto son: *Modelizar y contextualizar la química; Análisis químico e instrumentación básica; Equilibrio químico*. También es posible vincular los cursos de la flexibilidad curricular que puedan hacer aportaciones teóricas, metodológicas, técnicas, disciplinares e interdisciplinares.

A continuación, se describen de manera general las actividades a desarrollar en cada curso a lo largo de este semestre:

- *Modelizar y contextualizar la química*: empleo de modelos científicos que permitan explicar la teoría y la realidad para analizar los fenómenos químicos que se presentan en el desarrollo del proyecto integrador.
- *Análisis químico e instrumentación básica*: valoración de analitos (ácido base) antes/durante/después del proceso de investigación. Proceso de análisis químico aplicable al complemento de desarrollo de proyectos.
- *Equilibrio químico*: explicación sobre cómo se presenta un equilibrio químico en el desarrollo del proyecto integrador.

Para esta fase del proyecto integrador se sugiere dosificar las actividades en tres momentos, mismos que podrán desarrollarse durante cada unidad de aprendizaje en los cursos que se vinculan. Para ello, pueden emplear la siguiente estructura y organización para el plan de acción, con el fin de integrar las evidencias de aprendizaje de cada uno de los cursos interventores.

Implementación del plan de acción y obtención de resultados	
Actividad sugerida	Curso encargado
Primer Unidad	
Momento 1: Inicio de proyecto	
Equilibrio químico	Identificar las perturbaciones que pueden afectar un equilibrio químico en el tema abordado en el proyecto integrador.
Modelizar y contextualizar la química	Identificar el tipo de analogía asociada con el modelo científico que se presenta en el proyecto integrador.
Análisis químicos e instrumentación básica	Redactar un plan para un informe de resultados, definiendo la estructura que incluya una introducción explicativa del proyecto, descripción de los métodos utilizados, presentación de los hallazgos clave y sus posibles implicaciones, con un enfoque en la claridad y la concisión.
Segunda Unidad	
Momento 2: Desarrollo de proyecto	
Equilibrio químico	Determinar la energía libre de Gibbs que presenta el sistema estudiado en el proyecto.
Modelizar y contextualizar la química	Identificar y justificar el tipo de aprendizaje que se presenta al poner en acción el proyecto integrador.
Análisis químicos e instrumentación básica	Crear una curva potenciométrica, a partir de la acidez o basicidad, presente en la problemática ambiental abordada en el proyecto integrador.
Tercer Unidad	
Momento 3: Resultados obtenidos	
Equilibrio químico	Explicar el sistema de equilibrio que se presenta en el desarrollo del proyecto (ácido-base u óxido reducción).

<p>Modelizar y contextualizar la química</p>	<p>Representar con un modelo el tema abordado en el proyecto integrador.</p>
<p>Análisis químicos e instrumentación básica</p>	<p>Utilizar un equipo de laboratorio para conocer de forma específica compuestos químicos presentes en la problemática ambiental abordada en el proyecto integrador, dando argumento científico a las acciones tomadas.</p>

Sugerencias de evaluación

Las sugerencias de evaluación que se proponen consisten en un proceso de recolección de evidencias sobre el desempeño del estudiantado con la intención de construir y emitir juicios de valor a partir del vínculo que tienen con los dominios y desempeños del perfil de egreso general y profesional, el propósito y los criterios de evaluación; al igual que en la identificación de aquellas áreas que requieren ser fortalecidas para alcanzar el nivel de desarrollo esperado.

Se fomentará una evaluación formativa, es decir, aquella que permita un acompañamiento en el desarrollo de las evidencias que reflejen los saberes adquiridos por el estudiantado, con el propósito de tener información en todo momento de su progreso a lo largo del curso y, en determinado momento, ofrecer una retroalimentación.

Es preciso recordar que el Plan de estudios de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Química establece que “Al término de cada curso se incorporará una evidencia o proyecto integrador desarrollado por el estudiantado, de manera individual o en equipos como parte del aprendizaje colaborativo, que permita demostrar el saber ser y estar, el saber, y el saber hacer, en la resolución de situaciones de aprendizaje. Se sugiere que la evidencia final sea el proyecto integrador del semestre, que permita evidenciar la formación holística e integral del estudiantado y, al mismo tiempo, concrete la relación de los diversos cursos y trabajo colaborativo, en academia, de las maestras y maestros responsables de otros cursos que constituyen el semestre, a fin de evitar la acumulación de evidencias fragmentadas y dispersas” (DOF, 2022, p. 30).

La calificación global se constituye de dos partes:

1. La suma de las unidades de aprendizaje tendrá un valor del 50 por ciento de la calificación.
2. La evidencia integradora o proyecto integrador tendrá el 50 por ciento que complementa la calificación global.

Evidencias de aprendizaje

A continuación, se presenta el concentrado de evidencias que se proponen para este curso, en la tabla se muestran cinco columnas, que, cada docente titular o en colegiado, podrá modificar, retomar o sustituir de acuerdo con los perfiles

cognitivos, las características, al proceso formativo, y contextos del grupo de normalistas que atiende.

Unidad de aprendizaje	Evidencias	Descripción	Instrumento	Ponderación
Unidad 1	Infografía	Documento gráfico que demuestre un análisis de los saberes adquiridos en la Unidad I.	Rúbrica	50%
Unidad 2	Cuaderno con ejercicios y problemas resueltos	Recopilación de ejercicios desarrollados a lo largo de la unidad; relacionados con el cálculo de constantes de equilibrio, modificando las variables del sistema.	Escala de desempeño	
Unidad 3	Video educativo	Video que explique una ecuación química reversible de una problemática de interés.	Rúbrica	
Evidencia integradora	Informe de resultados	Documento escrito que recupere las actividades realizadas en cada momento del proyecto integrador en la fase Acción.		50%

Unidad de aprendizaje I. Aproximación al concepto de equilibrio químico

Presentación

A lo largo de esta primera unidad, el estudiantado normalista se introducirá al estudio de los sistemas químicos en equilibrio, por lo que, el curso inicia recuperando la evolución histórica del concepto de equilibrio químico, a partir de las contribuciones realizadas por diversos científicos.

Posteriormente, se estudiarán las características de las reacciones irreversibles y reversibles e identificarán sus diferencias, considerando que estas últimas, pueden ser equilibrios homogéneos o heterogéneos, según el estado de agregación en el que se encuentren las sustancias.

Por último, se profundizará en el estudio de las perturbaciones que afectan un sistema en equilibrio a partir del Principio de Le Chatelier con el cual es posible inferir el desplazamiento del equilibrio cuando se modifican ciertas condiciones como concentración, presión y temperatura. Todos los contenidos de esta unidad sentarán las bases para en las unidades posteriores, los estudiantes reconozcan estos sistemas en reacciones químicas de interés cotidiano a nivel biológico, industrial o ambiental.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado normalista a partir del estudio del equilibrio químico describa las características de los sistemas químicos en equilibrio y los principios y leyes que lo fundamentan, a fin de que pueda explicar su importancia en fenómenos de interés cotidiano.

Contenidos

- Evolución histórica del equilibrio químico
- Reacciones reversibles e irreversibles. Concepto y características
- Características de los sistemas químicos en equilibrio
- Ley de acción de masas (LAM)
- Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Concepto y características
- Perturbaciones que afectan el equilibrio químico: Principio de Le Chatelier

Estrategias y recursos para el aprendizaje

A continuación, se sugieren algunas actividades de aprendizaje, que el docente titular podrá modificar o adaptar dependiendo de las necesidades del estudiantado, considerando en todo momento la atención a la diversidad.

Como actividad inicial, se recomienda aplicar un examen diagnóstico para conocer el nivel académico de las y los estudiantes normalistas respecto al tema de reacciones químicas, considerando sus criterios de clasificación y diferencias entre las irreversibles y las reversibles.

- Evolución histórica del equilibrio químico

A partir de la bibliografía básica señalada al final de la Unidad, se sugiere elaborar de manera grupal una línea del tiempo que rescate cronológicamente la evolución del concepto de equilibrio químico, a partir de la contribución de los siguientes científicos:

Científico	Aportación
E. Geoffroy (1718)	
C. L. Berthollet (1803)	
M. Berthelot	

A partir de la información consultada, se podrá socializar en plenaria y construir sus aprendizajes. Se recomienda profundizar en los trabajos de Guldberg y Waage y la expresión original de la Ley de Acción de Masas (LAM):

“Las fuerzas químicas que dan lugar a las combinaciones son proporcionales al producto de las masas activas de los reaccionantes, y el estado de equilibrio resulta de la igualdad de las fuerzas químicas ejercidas por las reacciones opuestas en los cambios reversibles”.

- Reacciones reversibles e irreversibles. Concepto y características

Por otra parte, se sugiere elaborar un cuadro comparativo que rescate la conceptualización, características y ejemplos de las reacciones reversibles y las irreversibles, y cómo se relacionan con la cuantitatividad de la reacción química.

	Reacciones irreversibles	Reacciones reversibles
<i>Son aquellas</i>		
<i>Características</i>		
<i>Ejemplos</i>		
<i>Cuantitatividad</i>		

- Características de los sistemas químicos en equilibrio

Una vez que las y los estudiantes normalistas diferencien entre cada tipo de reacción, se sugiere la elaboración de un organizador gráfico que plasme las características de los sistemas en equilibrio; acompañado de esquemas que apoyen la información presentada. Se recomienda el uso de las TICCAD para trabajar en el grupo con simuladores o laboratorios virtuales del tema.

- Ley de acción de masas (LAM)

Estudiados los trabajos de Guldberg y Waage, el estudiantado normalista podrá realizar ejercicios matemáticos para determinar la constante de equilibrio (K_c), ello a partir de las concentraciones en equilibrio de la reacción química. Los ejemplos pueden obtenerse en distintos libros de química general.

- Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Concepto y características

En este tema, se recomienda la elaboración de un cuadro comparativo, rescatando las definiciones y ejemplos de reacciones químicas y clasificarlas, como se señala a continuación:

	Equilibrio homogéneo	Equilibrio heterogéneo
Es aquel que...		
Ejemplos...		
La Kc se representa como...		

La última fila será de utilidad para representar dichas reacciones químicas con su respectiva constante de equilibrio.

- Perturbaciones que afectan el equilibrio químico: Principio de Le Chatelier

A pesar de tener bastantes limitaciones en el ámbito industrial, el Principio de Le Chatelier se ha convertido en una herramienta conceptual para poder inferir el comportamiento del sistema en equilibrio cuando se introduce alguna perturbación, ya sea en las concentraciones, la presión o la temperatura; ésta última se relaciona con valores termodinámicos. Por lo que se sugiere al docente titular que primero se realice una investigación documental de este principio, y qué reacción se favorece, si la de formación de reactivos o de los productos.

Posteriormente, se sugiere realizar ejercicios teóricos en el que el estudiantado normalista señale el sentido en el que la reacción química trata de contrarrestar alguna perturbación. Por ejemplo:

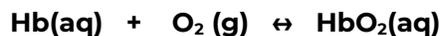
¿Qué sucede cuando se aumenta la concentración de un reactivo o producto al sistema en equilibrio?

El estudiantado normalista podrá comentar hacia dónde se desplaza el equilibrio. Adicionalmente, se pueden agregar otro tipo de condiciones, tales como el aumento de temperatura o la disminución de alguno de los reactivos o productos.

Se sugiere resolver una variedad de este tipo de ejercicios, y tenerlos en cuenta para su abordaje matemático en las siguientes unidades de aprendizaje.

Para complementar lo visto en clase, se recomienda el desarrollo de algunas actividades experimentales, enfocadas a comprobar el Principio de Le Chatelier, tales como la deshidratación de sales ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ o CoCl_2).

Otro ejemplo muy ilustrativo del Principio de Le Chatelier es la lectura "*Importancia de la ley de Le Chatelier en la vida de los alpinistas*"; en este caso, con la reacción química:



Cuestionar al estudiantado hacia dónde se desplaza el nuevo equilibrio si:

Perturbación	Hacia reactivos o hacia productos	Breve justificación
Se incrementa la concentración de oxígeno		
Disminuye la oxihemoglobina		
Si es una reacción endotérmica, se incrementa T		
Si se disminuye la presión		
Si se aumenta el volumen		

El estudiantado dará respuesta a cada una de las perturbaciones y para conocer el grado de comprensión del mismo, puede redactar una breve justificación de su respuesta e inclusive modelar.

Para complementar este tema, se recomienda la realización de prácticas de laboratorio o actividades experimentales donde se perturbe una de las condiciones de la reacción, tales como: aumento o disminución de un reactivo o producto, la temperatura o presión. Pueden ser:

1. Deshidratación de sales (CuSO_4)
2. Equilibrio cromato – dicromato a partir del ión cromato
3. Efecto de la temperatura en cloruro de cobalto (II) hexahidratado ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Proyecto integrador

Momento 1. Inicio del proyecto:

Para dar inicio al primer momento de la fase de acción del proyecto integrador, se sugiere recuperar los saberes adquiridos a lo largo de la unidad, en especial aquel que refiere a las perturbaciones que afectan el equilibrio químico, para así llevar a cabo la identificación de estas en el sistema químico que los estudiantes normalistas seleccionaron para su estudio.

Reacción química analizada	
Perturbaciones que afectan al sistema	
Indicar hacia dónde se desplaza el sistema y su justificación	

Evaluación de la unidad

Derivado de la información revisada y las actividades propuestas, se sugiere que el estudiantado elabore una infografía que dé cuenta de los saberes adquiridos a lo largo de la unidad I, centrándose en el estudio de un sistema en equilibrio y desarrollarlo a partir de la terminología empleada.

Se recomienda que la infografía contenga los siguientes elementos, tales como:

1. Título
2. Introducción
3. Investigación
4. Referencias bibliográficas
5. Integrantes del equipo

A continuación, se enlistan los saberes relacionados en la construcción de la misma.

Evidencia de la unidad	Criterios de evaluación
<p>Infografía</p>	<p>Saber conocer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe de forma oral y escrita la evolución histórica del concepto de equilibrio químico. • Fundamenta el sentido dinámico del equilibrio químico. • Distingue las características de los sistemas químicos en equilibrio de los que no lo son. • Distingue las características de las reacciones reversibles e irreversibles. • Explica la constante de equilibrio y su interpretación. • Clasifica al equilibrio químico en homogéneo y heterogéneo en función del estado de agregación. • Identifica las perturbaciones que afectan el equilibrio químico y su relación con fenómenos de implicación cotidiana. <p>Saber hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expresa la constante de equilibrio de una reacción química. • Realiza cálculos matemáticos para determinar la constante de equilibrio en sistemas homogéneos y heterogéneos. • Utiliza herramientas digitales (simuladores, programas, videos, entre otros) en su proceso de aprendizaje para comprobar el estado dinámico del sistema. • Reflexiona sobre la importancia del concepto de equilibrio químico y su

	<p>relación con los fenómenos cotidianos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predice hacia dónde se desplaza el equilibrio cuando se aplica una perturbación al sistema: presión, concentración o temperatura. • Utiliza su pensamiento crítico y creativo en su proceso de aprendizaje. • Analiza en prácticas de laboratorio o actividades experimentales sencillas de reacciones reversibles el cambio de color que depende de modificación de la concentración de un reactivo, temperatura o presión a la que se somete. <p>Saber ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra disposición para el trabajo colaborativo con distintas personas y actores educativos. • Muestra interés y motivación en el proceso de aprendizaje de la química. • Es responsable de su proceso de aprendizaje. • Valora los aprendizajes adquiridos para su futura impartición en su práctica docente.
--	--

Bibliografía

A continuación, se presentan las referencias bibliográficas sugeridas para la primera unidad de aprendizaje, mismas que podrán ser actualizadas o sustituidas por textos disponibles o propuestas desde la *expertise* del personal docente o del interés del estudiantado.

Bibliografía básica

Brown, T. L., LeMay, Jr., H. E., Bursten, B.E. y Burdge J. R. (2014). Química: La ciencia central. 12ª edición. México: Pearson Prentice Hall.

Chang, R., Goldby, K.A. (2016). Química. 12ª. Edición. México: Editorial McGrawHill.

Petrucci, R.H. (2017). Química General: Principios y aplicaciones modernas. 11ª. Edición. México: Pearson. S.A. de C.V.

Whitten, K., Davis, R., Peck, M., & Stanley, G. (2015). Química. México: CENGAGE. Learning

Instituto de Estudios Superiores "Julián Marías".
https://chemamartin.files.wordpress.com/2016/01/equilibrio_15_161.pdf

Instituto de Estudios Superiores "Julián Marías".
https://chemamartin.files.wordpress.com/2017/01/tema-4_16_171.pdf

Videos

Al fin entendí (18 de junio de 2023). El mejor video para entender EQUILIBRIO QUÍMICO. [Archivo de vídeo]. YouTube.
<https://youtu.be/tshFfHS11po?si=9FsUFueLOjK514gN>

Al fin entendí. (4 de agosto de 2022). ¿Cómo resolver problemas de estequiometría? [Archivo de vídeo]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=IrFFdhP9szA&t=4s>

Al fin entendí (1 de agosto de 2022). Problemas de Estequiometría Paso a Paso. [Archivo de vídeo]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=niV0kZrOOqQ&t=1s>

Al fin entendí (22 de agosto de 2022). El método más sencillo para identificar el reactivo limitante. [Archivo de vídeo]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=k_3v6YxjkBc

Al fin entendí (11 de septiembre de 2022) ¿Cómo resolver problemas de REACTIVO LIMITANTE? [Archivo de vídeo].
<https://www.youtube.com/watch?v=OBjah5m4Sml>

KhanAcademyEspañol (20 de junio de 2016). Principio de Le Chatelier. Ejemplo | Química | Khan Academy en Español. [Archivo de vídeo]. YouTube.
https://youtu.be/wKvkINPRj4U?si=Hk9FpN_fbKCXEGrY

Bibliografía complementaria

Alemán B., R. A. (2012) El concepto de equilibrio químico. Historia y controversias. An. Quim, 108 (I), Real Sociedad Española de Química. pp. 49-56. Disponible en:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwidhc_lqL7mAhhXJna0KHdDBAC4QFjAAegQIBhAI&url=http%3A%2F%2Fdia.net.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3868677.pdf&usq=AOvVaw0-CpH-WtHlqNdpd65KvZXq

Atkins, P., Jones, L. (2012). Principios de Química: los caminos del descubrimiento. 5ª edición. México: Editorial Médica Panamericana. Disponible en file:///C:/Users/TP410U/Downloads/Principios%20de%20qu%C3%ADmica.pdf

Bloomfield, M. (2009), Química de los Organismos Vivos. México: Limusa.

Phillips, J., Strozak, V., Wistrom, C., & Zike, D. (2012). Química. Conceptos y Aplicaciones (Tercera Edición ed.) China: McGraw-Hill.

Quílez, J. (2002). Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas. Educación Química, 13 (2), p. 101 - 112. <https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66302>

Quílez, J. (2017). Acerca de los orígenes de la Ley de Equilibrio Químico. Anales de Química, 113(3), pp. 191-197. Disponible en: <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1004/1388>

Raviolo, A. y Andrade, J. (enero de 1998). Enseñar el principio de Le Chatelier: un sutil equilibrio. Educación química. 9(1). pp. 40-45. <https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66587/5848>

Robles, C. (2020). Principio de Le Chatelier y aplicaciones del equilibrio químico. Universidad Nacional Autónoma de México; Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. https://www.cch.unam.mx/aprendizaje/sites/www.cch.unam.mx/aprendizaje/files/MaterialEstudio_Qui2020c.pdf

Timberlake, K. (2013). Química, General, Orgánica y Biológica. Estructuras de la vida. México: Pearson.

Universidad Nacional Autónoma de México. Principio de Le Chatelier y aplicaciones del equilibrio químico. https://www.cch.unam.mx/aprendizaje/sites/www.cch.unam.mx/aprendizaje/files/MaterialEstudio_Qui2020c.pdf

Unidad de aprendizaje II. Cálculo de la constante de equilibrio y su interpretación

Presentación

Una vez que se hayan revisado los elementos conceptuales de las reacciones químicas reversibles, en la revisión de esta unidad, el estudiantado normalista profundizará en su estudio desde las matemáticas para calcular la constante de equilibrio en reacciones de interés.

Adicionalmente, podrá comprobar matemáticamente lo predicho en el Principio de Le Chatelier, y darse cuenta si en términos de concentración, el sistema se desplazará hacia la producción de más reactivos o productos. En este punto, será relevante la capacidad de abstracción del estudiantado normalista para comprender y explicar los resultados esperados.

Los cálculos matemáticos realizados en esta unidad se ocuparán en el momento 2 de la fase acción que se desarrolla como parte del proyecto integrador sugerido para el quinto semestre.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado normalista, a partir de la comprensión de la ley de acción de masas, calcule matemáticamente la constante de equilibrio y la relacione con la constante de presiones parciales con ayuda de ejemplos situados, a fin de estudiar sistemas gaseosos de relevancia social y las consecuencias al modificarse sus condiciones.

Contenidos

- Cociente de reacción (Q_c) y su relación con K_c
- Constante de equilibrio en función de concentraciones (K_c)
- Constante de equilibrio en función de las presiones parciales (K_p) en sistemas gaseosos
- Relación entre K_c y K_p
- Cálculo de K_c en función de la energía libre de Gibbs

Estrategias y recursos para el aprendizaje

En el siguiente apartado se desarrollan algunas actividades de aprendizaje con ejemplos que el docente titular podrá adaptar a los contextos y necesidades del estudiantado.

- Cociente de reacción (Q_c) y su relación con K_c

Para abordar este tema, se sugiere proporcionar al estudiantado algunos ejercicios que se pueden encontrar en libros de química general. Hipotéticamente, proponer calcular el cociente de reacción (Q_c) con concentraciones aleatorias y compararlo con la constante de equilibrio (K_c) de la reacción. Discutir en plenaria qué pasaría si:

1. Q_c es igual a K_c
2. Q_c es menos que K_c
3. Q_c es mayor que K_c
4. Si Q_c es menor que K_c y aumento las concentraciones de los reactivos o viceversa
5. Si Q_c es mayor que K_c y aumento las concentraciones de los reactivos o viceversa

El estudiantado podrá plasmar sus conclusiones en algún organizador gráfico.

- Constante de equilibrio en función de concentraciones (K_c)

A diferencia del tema anterior, únicamente se puede calcular K_c cuando se tienen las velocidades en la transformación de los reactivos a productos es igual a la inversa, y en muchos casos no se tiene esa condición, por lo que tendrá que calcularse.

Se recomienda hacer uso del cuadro ICE:

	A +	B →	C +	D
Concentración inicial	0.100 M	0.100 M	0	0
Concentración en cambio	0.100 - x	0.100 - x	x	x

Concentración en equilibrio				
-----------------------------	--	--	--	--

Se puede utilizar el ejemplo hipotético y cambiar las concentraciones del mismo, para comprobar el Principio de Le Chatelier. Por ejemplo:

- Si se duplican las concentraciones de los reactivos o productos
- Si se disminuyen las concentraciones de los reactivos y productos

Asumiendo que se tratara de un sistema gaseoso, también se puede calcular la K_p (constante de presiones parciales). Si bien no se colocó como un contenido, si el docente titular lo requiere, será pertinente abrir un espacio para comprender la fórmula de los gases ideales.

Será importante que en este tipo de ejercicios se busque el trabajo colaborativo, para que todos trabajen enfocados hacia la meta de conseguir el resultado y obtener aprendizajes entre pares y la socialización del conocimiento. Además, el docente titular podrá realizar la tarea de acompañamiento a lo largo del desarrollo de las actividades.

- Constante de equilibrio en función de las presiones parciales (K_p) en sistemas gaseosos

El docente puede sugerir algunos ejercicios reales o hipotéticos de sistemas en estado gaseoso (sistemas homogéneos) y utilizando las presiones parciales ejercidas por los gases, calcular su constante de equilibrio (K_p). Uno de los ejemplos más representativos de este tema es la formación de amoníaco.

- Relación entre K_c y K_p

Con los ejercicios realizados anteriormente, el estudiantado normalista podrá ver la relación entre K_c y K_p , y calcularla utilizando las siguientes fórmulas. Para ello, tendrá que fijarse si cumple con las condiciones para calcular K_p o K_c ; y bajo qué circunstancias ambas coinciden.

- Cálculo de K_c en función de la energía libre de Gibbs

En este tema, se ocupará el valor termodinámico de energía libre de Gibbs (ΔG°)¹ para que el estudiantado relacione la temperatura con la energía libre del sistema, ya que únicamente modificando T cambia K_c . Se recomienda utilizar

¹ Se pueden encontrar en el Apéndice K del libro de Whitten.

las tablas de valores termodinámicos que se ubican en los últimos apartados de libros de química general y calcular matemáticamente la K_c a partir de ΔG° y viceversa.

Los estudiantes podrán redactar sus conclusiones del proceso, al incrementar o disminuir la temperatura del sistema, tratándose de una reacción endotérmica o exotérmica.

Proyecto integrador

Momento 2. Desarrollo del proyecto:

A partir de lo trabajado en la Unidad I y los saberes adquiridos a lo largo de esta segunda unidad, se dará continuidad al proyecto integrador en su segundo momento, a partir de la determinación matemática de la energía libre de Gibbs del sistema químico que los estudiantes seleccionaron para su estudio, por lo que, para esta actividad podrán apoyarse del Apéndice K del libro de Química de Whitten, el cual podrán encontrar en la bibliografía al final de esta unidad.

Sistema químico	
Qué se favorece con un aumento de la T	
Qué se favorece con una disminución de la T	

Evaluación de la unidad

Como evidencia de aprendizaje de esta segunda unidad, se sugiere la elaboración de un cuaderno de ejercicios con problemas desarrollados y resueltos, pueden ser propuestos por el docente o los estudiantes. Se recomienda que incluya una introducción y una autoevaluación donde el estudiantado concientice su proceso de aprendizaje.

A continuación, se enlistan los saberes que pueden construirse con la revisión de esta unidad.

Evidencia de la unidad	Criterios de evaluación
<p>Cuaderno de ejercicios con problemas desarrollados y resueltos.</p>	<p>Saber conocer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica la dirección de la reacción utilizando el cociente de reacción (Q_c) y la compara con K_c. • Compara la constante de equilibrio K_c en determinadas condiciones para predecir el sentido de la reacción y determinar si éste es directo o inverso. • Expresa la constante de equilibrio en función de las concentraciones. • Identifica la diferencia y la relación que existe entre K_p y K_c. • Identifica las condiciones experimentales que favorecen el desplazamiento del equilibrio químico en sentido deseado. • Indaga ejemplos de procesos cotidianos o industriales de equilibrios y analizarlos en plenaria. • Relaciona la energía libre de Gibbs del sistema con K_c y cómo al modificarla se favorece un sentido de la reacción. • Justifica el uso de ejemplos situados con una perspectiva crítica. <p>Saber hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelve ejercicios sobre la Ley general del estado gaseoso. • Aplica el principio de Le Chatelier matemáticamente para predecir la forma en la que evoluciona un sistema en equilibrio.

	<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve ejercicios sobre las constantes en función de la energía libre de Gibbs. • Interpreta experiencias de laboratorio que influyen en el desplazamiento del equilibrio químico. • Reflexiona sobre la relación del cociente Q y K_c en reacciones de importancia ambiental o social. • Utiliza eficientemente las TICCAD para comprobar las nuevas concentraciones en el equilibrio al aplicar una perturbación al sistema. <p>Saber ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra disposición para el trabajo colaborativo con distintas personas y actores educativos. • Toma decisiones para la resolución de problemas químicos. • Utiliza su pensamiento crítico y creativo en su proceso de aprendizaje. • Muestra interés y motivación en el proceso de aprendizaje de la química. • Reconoce sus procesos cognitivos para adecuar el desarrollo de actividades a su ritmo de aprendizaje. • Ayuda y orienta a sus compañeros en las actividades de la asignatura durante el proceso de aprendizaje.
--	---

Bibliografía

A continuación, se presentan las referencias bibliográficas sugeridas para la segunda unidad de aprendizaje, mismas que podrán ser actualizadas o

sustituídas por textos disponibles o propuestas desde la *expertise* del personal docente o del interés del estudiantado.

Bibliografía básica

Brown, T. L., LeMay, Jr., H. E., Bursten, B.E. y Burdge J. R. (2014). Química: La ciencia central. 12ª edición. México: Pearson Prentice Hall.

Chang, R., Goldby, K.A. (2016). Química. 12ª. Edición. México: Editorial McGrawHill.

Petrucci, R.H. (2017). Química General: Principios y aplicaciones modernas. 11ª. Edición. México: Pearson. S.A. de C.V.

Sandoval, R. (2011). Equilibrios en disolución en química analítica. Teoría, ejemplos y ejercicios. México: UNAM.

Whitten, K., Davis, R., Peck, M., & Stanley, G. (2015). Química. México: CENGAGE. Learning.

Videos

Amigos de la Química (28 de octubre de 2018). Qc, COCIENTE DE REACCIÓN, hacia donde se desplaza la reacción (Equilibrio químico). [Archivo de vídeo]. YouTube.

https://youtu.be/vmZ5x0V_ecQ?si=XOIHwhQjxcbWGGh3

Amigos de la Química (14 de octubre de 2018). Equilibrio químico y constante de equilibrio, Kc (Introducción). [Archivo de vídeo]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=VQjIP087SSY&list=PLzF_b7Lq9k-_RBD3w8umLV0BtV32Kljno

Breaking Blad (2 de abril de 2017). Relación entre Kp y Kc | Equilibrio químico. [Archivo de vídeo]. YouTube.

https://youtu.be/g_AvdeiOqhQ?si=jYUS-fvp0Qv-txEe

KhanAcademyEspañol (13 de junio de 2016). Introducción al cociente de reacción Qc. | Khan Academy en Español. [Archivo de video]. Youtube.

https://www.youtube.com/watch?v=-_mOY9nEn7s

Unidad de aprendizaje III. Sistemas químicos de interés comercial y cotidiano

Presentación

En las unidades anteriores se revisaron los fundamentos y cálculos matemáticos que permiten comprender las características que forman parte del equilibrio químico, en esta unidad las y los estudiantes normalistas reconocen la amplia gama de aplicaciones prácticas en la industria, la medicina, la investigación, y muchos otros campos mediante la explicación de equilibrio ácido-base, óxido-reducción, predicción de la dirección de una reacción y la formación de complejos.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiante normalista, mediante el conocimiento de los equilibrios simples, sea capaz de plantear equilibrios químicos desde el diseño experimental para la enseñanza del equilibrio químico, aplique técnicas básicas de análisis químico para proponer proyectos científicos en la industria y en procesos bioquímicos importantes, en la vida y el medio ambiente para reconocer el papel de la ciencia en la comunidad.

Contenidos

- Sistemas en equilibrio de interés:
 - a) Proceso Haber
 - b) solubilidad
 - c) ácido - base
 - d) óxido - reducción

Estrategias y recursos para el aprendizaje

En esta unidad se sugiere iniciar con el uso del simulador Teachchemistry, chemvlab.org, para diseñar experimentos virtuales, o el diseño de experimentos sencillos que permitan comprender el equilibrio químico en la aplicación de la síntesis química para optimizar la producción de productos deseados y predecir

cómo cambiará la concentración de los reactivos y productos, en respuesta a cambios en las condiciones del sistema, por ejemplo: síntesis del amoníaco y del ácido sulfúrico, la solución saturada de carbonato de calcio y el equilibrio del ozono troposférico y estratosférico con el oxígeno diatómico. Es importante que el profesor oriente y formule cuestionamientos.

Proyectos educativos

Los proyectos educativos son una herramienta para promover el desarrollo de conocimientos, habilidades científicas y la vinculación con la aplicación de sistemas en equilibrio, ante esta premisa se sugiere que las y los normalistas propongan proyectos que fomenten la investigación, pensamiento crítico y participación activa. El profesor titular seleccionará la metodología adecuada al contexto social, intereses y objetivo de los proyectos. A continuación, se proponen algunas estrategias.

Se sugiere conformar equipos de 4 a 5 integrantes para implementar el método STEAM con el objetivo de analizar la aplicación del equilibrio químico en diferentes fenómenos químicos en los procesos biológicos y ambientales.

El profesorado asignará un problema o un tema para investigar de relevancia para la comunidad, o una propuesta de interés de los estudiantes aplicando los sistemas de equilibrio, o análisis químico.

Por ejemplo, equilibrios heterogéneos de solubilidad, el equilibrio ácido-base en amortiguadores presentes en la sangre para mantener un pH constante, análisis químicos para determinar contaminantes presentes en el agua, ¿cómo determinar la presencia de plomo en utensilios de barro vidriado mediante el efecto de pH?, sistema de equilibrio de óxido-reducción en baterías, o pilas, formación de lluvia ácida.

Fase de diseño. Cada equipo investigará e intercambiará ideas para proponer soluciones a partir de la información que recopilaron en la fase anterior.

Fase de organización y estructura. Cada equipo elabora un guion para el diseño de un video educativo. Se sugiere el uso de actividades experimentales, o recursos tecnológicos (infografías, imágenes, simulaciones) para demostrar los sistemas de equilibrios químicos. Por ejemplo:

1. Se propone el experimento de una reacción de precipitación, como la formación de cloruro de plata (AgCl), mezclando soluciones de nitrato de plata (AgNO_3) y cloruro de sodio (NaCl); identificando cómo cambia el color de la solución al formarse el precipitado de AgCl .

2. Experimento de la "lluvia de oro" que demuestra el concepto de un equilibrio químico, específicamente el equilibrio entre el complejo de tetracianuroaurato (III) y el ion tiocianato. pueden afectar la apariencia de una solución y cómo se pueden manipular mediante la adición de reactivos para cambiar el equilibrio en una dirección deseada.
3. Experimento de una reacción óxido-reducción, se estudia cualitativamente la formación de óxidos de hierro sobre la superficie de una pieza metálica, como lo es un clavo previamente pulido. Inspeccionar y comparar las características superficiales de la pieza expuesta al sol y guardada en la sombra. Se analizará el efecto de la temperatura en la formación de óxidos.
4. Experimento de la influencia de la temperatura en solubilidad de cloruro de potasio (KCl), azúcar de mesa (sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$) o en su defecto NaCl (sal de mesa). Previamente se indaga acerca de la solubilidad de la sustancia escogida, a diferentes temperaturas. Se preparan soluciones acuosas con diferentes concentraciones a diferentes temperaturas. La solubilidad se determina experimentalmente cuando ya no se puede disolver más soluto en la solución. Se compara el gráfico experimental determinado (temperaturas, °C y concentraciones) con el gráfico teórico reportado en literatura.
5. Experimento de lluvia ácida, en esta actividad experimental permite identificar los efectos que produce la lluvia ácida desde una experiencia muy sencilla con materiales de fácil acceso. Se emplean (carbonato cálcico) en una disolución acuosa y dos disoluciones ácidas, una de ácido acético (vinagre) y otra de ácido cítrico (zumo de limón) y se introduce un trozo de gis (Carbonato cálcico) en las disoluciones anteriores. El efecto que provocan las disoluciones ácidas en el gis es similar al provocado por la lluvia ácida en las rocas calizas y mármol.

Fase de presentación. Los equipos elaboran un video educativo en el que se presentan los resultados de cada proyecto en plenaria, mediante un foro que permite intercambiar información, y discutir temas de interés.

Fase de metacognición. En esta fase se propone que se utilice herramientas digitales como Kahoot, Word Wall, Mentimeter, Quizizz para realizar una breve evaluación dinámica, permitiendo retroalimentar los saberes.

Proyecto integrador

Momento 3. Resultados obtenidos:

Finalmente, en el tercer momento del proyecto integrador, el estudiantado normalista mediante la profundización en el estudio de reacciones ácido – base y redox, aplicará los saberes adquiridos en las unidades anteriores para explicar un sistema de interés cotidiano o industrial y lo plasmará en un video educativo.

Evaluación de la unidad

A continuación, se enlistan los criterios de evaluación para dicha evidencia. Queda a consideración del docente su modificación de acuerdo con el logro de aprendizaje de las y los estudiantes.

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
Video educativo	<p>Saber conocer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaciona el concepto de equilibrio ácido base con algunos fenómenos cotidianos. • Identifica la importancia del equilibrio redox en relación con su vida cotidiana. • Reconoce la importancia de los equilibrios de solubilidad y formación de complejos en fenómenos de la vida diaria. • Identifica las perturbaciones que afectan el equilibrio químico y su relación con fenómenos de implicación cotidiana. • Reconoce la importancia del equilibrio ácido base en reacciones de tipo biológico, ambiental e industrial. • Explica el concepto de equilibrio químico y su relación con procesos en distintos campos. <p>Saber hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conocimientos teórico - prácticos para reconocer

	<p>contaminantes del medio ambiente en sistemas de equilibrios químicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza su pensamiento crítico para emplear técnicas analíticas que les permita identificar contaminantes del medio ambiente. • Utiliza herramientas digitales (simuladores, programas, videos, entre otros) en su proceso de aprendizaje. • Explica el equilibrio químico en sistemas biológicos, industriales. • Analiza en prácticas de laboratorio o actividades experimentales sencillas de reacciones reversibles que un cambio de color depende de una modificación en el sistema, como la concentración, temperatura o presión a la que se somete. <p>Saber ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra disposición para el trabajo colaborativo con distintas personas y actores educativos. • Toma decisiones para la resolución de problemas químicos en su entorno. • Utiliza su pensamiento crítico y creativo en su proceso de aprendizaje. • Ejecuta acciones responsables para el cuidado de su entorno y el medio ambiente. • Muestra interés y motivación en el proceso de aprendizaje de fenómenos químicos de interés que pueden afectar su calidad de vida.
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda y orienta a sus compañeros en las actividades de la asignatura durante el proceso de aprendizaje.
--	---

Bibliografía

A continuación, se presentan las referencias bibliográficas sugeridas para la tercera unidad de aprendizaje, mismas que podrán ser actualizadas o sustituidas por textos disponibles o propuestas desde la *expertise* del personal docente o del interés del estudiantado.

Bibliografía básica

Briceño B. Omar Carlos (1993) Química general 1ª edición. Panamericana.

Brown, T. L., LeMay Jr, H. E. y Bursten, B. E. (2004). Química. La ciencia central. 7 a ed. Naucalpan de Juárez, Estado de México: Pearson-Prentice Hall.

Domínguez, V. y Gutiérrez, M. (2022). Equilibrio químico (1.ª ed.). Universidad Autónoma Metropolitana.

Gómez, M.; Matesanz, A. Sánchez, A. Souza, P. (2005). Laboratorio de Química. 2ª ed. Práctica 5. Ed. Ediciones UAM.

Petrucci, R.H.; Harwood, W.S.; Herring, (2003) F.G. Química General. 8ª ed. Capítulo 16. Ed. Prentice Hall.

Videos

Amigos de la Química (5 de marzo de 2019). Solubilidad (s) y constante del producto de solubilidad (Kps). [Archivo de video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=3jLQwrtDhqY>

Breaking Blad. (6 de septiembre de 2018). EFECTO DEL ION COMÚN | Equilibrio. [Archivo de video]. YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=SUVIinX1AI>

Breaking Blad. (3 de julio de 2019). SOLUBILIDAD Y Kps | Ejercicios resueltos [Archivo de video]. YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=UfaWCckmY78>

Breaking Blad. (23 de julio de 2019). SOLUBILIDAD Y EFECTO DEL ION COMÚN | Ejercicios resueltos [Archivo de video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=F3pwVp9L5Rw>

KhanAcademyEspañol. (26 de octubre de 2015). Constante de producto de solubilidad a partir de la solubilidad. [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ItHAu0W26iM>

TELEsecundaria. (11 de agosto de 2021). 27 Producción de amoniaco. [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=yqlj1q4ZrqU>

Evidencia integradora del curso

La evidencia integradora del curso recupera los aprendizajes del semestre, considerando la fase de **Acción** del proyecto integrador sugerido y las actividades desarrolladas en este curso, a saber:

Momento 1. Identificación de las perturbaciones que pueden afectar un equilibrio químico en el tema abordado en el proyecto integrador.

Momento 2. Cálculo de la energía libre de Gibbs que presenta el sistema estudiado en el proyecto.

Momento 3. Explicación del sistema de equilibrio que se presenta en el desarrollo del proyecto (ácido-base u óxido - reducción).

Es recomendable un trabajo colaborativo entre el personal docente titular de los cursos: *Modelizar y contextualizar la Química; Análisis químico e instrumentación básica; Equilibrio químico*, así como de otros cursos de la flexibilidad curricular que hayan participado en el desarrollo del proyecto integrador para orientar al estudiantado en la elaboración de un informe de resultados que se constituye como la evidencia integradora de aprendizajes.

A continuación, se enlistan los criterios de evaluación que el docente puede considerar para guiar la práctica evaluativa.

Evidencia integradora	Criterios de evaluación de la evidencia integradora
Informe de resultados	<p>Saber conocer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explica la constante de equilibrio de la reacción química estudiada en la puesta en marcha de su proyecto. • Identifica las perturbaciones que afectan el equilibrio químico y su relación con fenómenos de implicación cotidiana. • Relaciona el concepto de equilibrio ácido base u óxido – reducción con algunos fenómenos que ocurren en su organismo. <p>Saber hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la energía libre de Gibbs del sistema con K_c y cómo al

	<p>modificarla se favorece un sentido de la reacción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica el principio de Le Chatelier matemáticamente para predecir la forma en la que evoluciona un sistema en equilibrio. • Resuelve ejercicios sobre las constantes en función de la energía libre de Gibbs. • Evalúa los factores que perturban un sistema en equilibrio y propone nuevas condiciones para su aprovechamiento. • Realiza prácticas de laboratorio o actividades experimentales sencillas enfocadas al estudio de reacciones ácido – base u óxido – reducción. • Valora el estudio de reacciones reversibles en la vida cotidiana y cómo se pueden modificar sus condiciones para obtener los productos deseados. <p>Saber ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participa comprometidamente en su trabajo a nivel personal y grupal. • Integra los conocimientos de otros cursos para poner en acción el proyecto en su comunidad. • Toma decisiones para la resolución de problemas químicos. • Concientiza el impacto de sus acciones en el plano ambiental, a fin de minimizar los efectos negativos y mejorar su calidad de vida. • Muestra disposición para el trabajo colaborativo.
--	--

Perfil académico sugerido

Nivel académico

Licenciatura en Educación Media con Especialidad en Física o Química.

Licenciatura en Educación Secundaria con Especialidad en Química.

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Química en Educación secundaria.

Licenciatura en Química, Química Fármaco Biológica, Química en Alimentos, Ingeniería Química, Bioquímica u otras carreras afines al área de conocimiento.

Obligatorio: Nivel de licenciatura, preferentemente maestría o doctorado en el área de conocimiento de la Química.

Deseable: Experiencia de investigación en el área de ciencias o química general.

Experiencia docente para:

- Emplear las metodologías activas en el aula; principalmente el trabajo por proyectos.
- Utilizar las TICCAD en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Desarrollar indagación dentro y fuera del aula.
- Diseño de prototipos a partir de diferentes materiales.
- Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes.
- Trabajar colaborativo en el colegiado.
- Generar ambientes de aprendizaje colaborativos.
- Evaluar desde un enfoque formativo.
- Diseñar situaciones de aprendizaje auténticas.

Referencias de este programa

Brown, T. L., LeMay, Jr., H. E., Bursten, B.E. y Burdge J. R. (2014). Química: La ciencia central. 12ª edición. México: Pearson Prentice Hall.

Chang, R., Goldby, K.A. (2016). Química. 12ª. Edición. México: Editorial McGrawHill.

(2024-01-05) Equilibrio químico y principio de Le Chatelier. Recuperado de <https://quimicafacil.net/manual-de-laboratorio/equilibrio-quimico-y-principio-de-le-chatelier/>

Mejías, D. (2009). Unidad V. Equilibrio químico, Universidad Experimental de Sur del Lago "Jesús María.

Morejón, N. (2011). Los proyectos educativos en las universidades. La inclusión del propio estudiante como centro de los proyectos educativos. La Habana.

Sandoval, R. (2011). Equilibrios en disolución en química analítica. Teoría, ejemplos y ejercicios. UNAM.

UNESCO (2021). Evaluación formativa: Una oportunidad para transformar la educación en tiempos de pandemia. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE).