



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

Estrategia Nacional de Mejora
de las Escuelas Normales

Programa del curso

Estructura y propiedades

Segundo semestre

Primera edición: 2022

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: **4** Créditos: **4.5**

Contenido

Propósito y descripción general del curso.....	5
Cursos con los que se relaciona.....	10
Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso.....	12
Estructura del curso.....	16
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza.....	18
Sugerencias de evaluación.....	22
Unidad de aprendizaje I. Evolución de los Modelos atómicos.....	25
Unidad de aprendizaje II. La Tabla periódica: identificación del comportamiento de los elementos	37
Evidencia integradora del curso	43
Evidencia común del semestre	45
Perfil académico sugerido	50
Referencias para la elaboración de este programa	51

Propósito y descripción general del curso

Propósito general

Se pretende que el estudiantado identifique la estructura y las propiedades de los átomos, mediante la revisión epistemológica de los modelos atómicos y del análisis de la tabla periódica, de tal manera que, a partir de las propiedades de un elemento químico, sea capaz de entender el comportamiento de la materia y sus aplicaciones en el avance de la ciencia y la tecnología.

Antecedentes

Desde la antigüedad existía la inquietud por comprender cómo estaba formada la materia, pero no fue sino hasta principios del siglo XIX cuando se empezó a buscar una explicación más cercana a la realidad. El avance en este conocimiento ha sido el resultado del vehemente trabajo realizado por generaciones de científicos que han postulado diversos modelos para explicar el comportamiento del átomo y, en consecuencia, su relación con la estructura de la materia.

El átomo es la partícula más pequeña de la cual está constituida la materia y la base que compone toda la materia que existe en el Universo en todos los estados de agregación: sólido, líquido o gaseoso. En este curso, el estudiantado normalista reconocerá que es importante conocer cómo es la estructura interna del átomo, de tal manera que le permita explicar el comportamiento de la materia, que tiene las propiedades de un elemento químico, que puede intervenir en una combinación química, y cómo utilizamos ese conocimiento para la síntesis o fabricación de nuevos materiales que nos sirvan como herramientas para mejorar la salud, la industria, los medicamentos, entre otros y poder así mejorar la calidad de vida.

Además, el estudiantado normalista argumentará cómo se ha llevado la discusión en torno a la evolución de los modelos atómicos en el tiempo, cuáles han sido las aportaciones de los científicos y que han permitido explicar algunos fenómenos de interés para la química; aunque hay que recordar que los modelos son representaciones que sirven como referencia para entender algo de forma sencilla, y que un modelo atómico representa una explicación de cómo son y cómo se comportan los átomos, y el conocimiento que se tenga no sea completo ni absoluto.

Descripción del curso

El curso inicia con la revisión de las ideas de los filósofos atomistas Leucipo y Demócrito, en la antigua Grecia, para estudiar acerca de la naturaleza de la materia. Hasta el siglo XIX, el químico y matemático inglés John Dalton (1766 - 1844), propone un modelo atómico entre 1803 y 1807, quien fue el primero en desarrollar un modelo atómico con bases científicas; postuló que la materia está compuesta por partículas diminutas, indivisibles e indestructibles llamadas átomos y que los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí, lo que le permitió explicar las Leyes Ponderales. Poco más tarde, Joseph John Thompson (1856 - 1940), quien fuera descubridor del electrón y los isótopos, postuló que los átomos estaban compuestos por electrones de carga negativa inmersos en una masa de carga positiva.

Dos años más tarde, Ernest Rutherford (1871 - 1937) planteó que el átomo estaba compuesto de un núcleo atómico cargado positivamente en el que se encontraba prácticamente toda la masa del átomo, y una corteza en la que los electrones (de carga negativa) giraban a gran velocidad alrededor del núcleo. Este modelo no explicaba por qué electrones cargados negativamente permanecían en órbita sin que cayeran instantáneamente en un núcleo cargado positivamente.

Este problema fue resuelto por el Niels Bohr (1865 - 1962) en 1913. Con base en las teorías de Rutherford y las entonces incipientes ideas de Planck y Einstein sobre la cuantización, explicó que, al girar los electrones en torno al núcleo, estos pasaban de unas órbitas a otras para perder o ganar energía y que cada elemento presentaba espectros de emisión característicos (lo que también era ignorado en el modelo de Rutherford). Bohr era un físico con grandes conocimientos de química y fue el primero en proponer que la periodicidad en las propiedades de los elementos se podía explicar mediante la estructura electrónica del átomo; con este modelo el hidrógeno se convirtió en el primer elemento químico que recibió un tratamiento cuántico por ser el átomo más simple que existe y el único que admite una solución analítica exacta desde este punto de vista.

En las líneas espectrales de otros elementos se observó que electrones de un mismo nivel energético tenían energías ligeramente diferentes. Este hecho sugería que se necesitaba alguna corrección y que, dentro de un mismo nivel energético, debían existir subniveles; el modelo atómico actual, propuesto por Erwin Schrödinger, predice adecuadamente las líneas de emisión espectrales de los átomos neutros y ionizados y define la estructura electrónica del átomo, pero no cómo es el núcleo atómico ni el porqué de su estabilidad.

En la primera unidad de este curso, se revisará el desarrollo histórico de las principales ideas que han contribuido al desarrollo de estos modelos, a fin de mostrar a los futuros docentes que los conceptos relacionados con la estructura atómica han cambiado a medida que se ha acumulado una buena cantidad de evidencia obtenida por medio de la experimentación.

Aunque se sabe que el modelo de Bohr únicamente es válido para algunos elementos, continúa siendo el más conocido y útil para la enseñanza básica de la estructura del átomo y es el que aparece en textos de física y química en el nivel educativo obligatorio, por lo que será importante que el estudiantado lo conozca y comprenda, para así poder explicar el comportamiento de algunas sustancias de uso cotidiano.

Por otra parte, como la diversa combinación de orbitales atómicos da lugar a la formación de moléculas, se hará una breve introducción a los orbitales moleculares resultantes de esta combinación, ya que los electrones de cada átomo en una molécula pertenecen a la molécula considerada como un todo.

La segunda unidad del curso se dedicará al estudio de la tabla periódica, cuya primera versión fue presentada por Dimitri Mendeleiev en 1869. Mendeleiev no sólo predijo la existencia de elementos no conocidos, sino que pudo corregir las masas de algunos ya conocidos. Su gran mérito fue el haber podido ordenar los elementos en un momento histórico en el que se estaban descubriendo y aislando gran cantidad de sustancias elementales; el criterio para la ordenación de los elementos fue el entonces llamado peso atómico de los elementos y era explícita la idea de que las propiedades químicas de los elementos podían representarse por funciones periódicas de sus pesos atómicos. Simultáneamente J.L. Meyer presentó una clasificación similar, pero basada en las propiedades físicas de los elementos. Con el descubrimiento de la radioactividad, los isótopos y el surgimiento de nuevos modelos atómicos, entre otras cosas, el panorama de la ciencia en el siglo XX cambió radicalmente y dio por resultado un cambio abrupto en la organización de los elementos en la ahora llamada "Tabla periódica moderna", propuesta por Henry Moseley, en la cual el criterio de ordenación es el número atómico.

En este contexto, abordar el estudio de la tabla periódica como una poderosa herramienta didáctica que proporciona gran cantidad de información es un reto para los futuros docentes normalistas, que deberán lograr que el estudiantado la conozca y aprenda no sólo a utilizarla sino también a disfrutarla; en efecto, la tabla periódica tiene mucho más potencial como herramienta de aprendizaje que el que se le otorga como criterio de clasificación.

En este curso se propone transitar, con base en los modelos atómicos y en la tabla periódica moderna, de los fenómenos observables a las estructuras internas de los elementos y a la explicación de las propiedades periódicas de los elementos (orbitales, energía de ionización, radio atómico, número de oxidación, electronegatividad, capacidad de combinación, etcétera). Es importante que cada estudiante normalista comprenda que las configuraciones electrónicas de los átomos de un elemento justifican tanto su posición en la tabla periódica como sus propiedades.

Tal como se menciona en el propósito general del curso, a partir del estudio de la estructura atómica, su comportamiento y propiedades, el futuro docente normalista podrá abordar, con una mayor apertura, el estudio de los nuevos materiales son el resultado del desarrollo de la ciencia y la tecnología para responder a las necesidades actuales; por lo que, bajo la guía del docente titular, se sugiere iniciar una investigación documental amplia para conocer los usos y aplicaciones de dichos materiales; tales como: semiconductores (silicio, galio o selenio, arseniuro de galio), superconductores (nanotubos de carbono, aleaciones de niobio y titanio, cerámicas de óxidos de itrio, bario y cobre), piezoeléctricos (cuarzo, la turmalina, cerámicas y materiales plásticos especiales), entre otros; así como otros materiales como: siliconas, coltán, materiales inteligentes, con memoria de forma o híbridos, biomateriales (aleaciones de titanio, fibra de carbono, materiales poliméricos), así como aquellos derivados de la nanotecnología (grafeno, fullerenos).

Este curso presenta una perspectiva micro y macroscópica, que tiene como propósito explicar el comportamiento químico de las sustancias, por lo que se desarrollan contenidos relacionados con el ámbito de la estructura y propiedades de la materia. Algunos de los temas de estudio que se abordan en este curso se vinculan con el desarrollo histórico de los modelos atómicos, que van desde el modelo estacionario propuesto por Bohr hasta acercamientos a la mecánica cuántica que indica que el electrón se comporta como onda en sus movimientos alrededor del núcleo. También se estudiará la influencia del arreglo electrónico sobre las propiedades de los elementos, para dar fundamento a un ordenamiento periódico y las propiedades de los átomos cuyas variaciones dependen de las configuraciones electrónicas.

Al estudiar algunos elementos considerados como típicos, representativos de los grupos de la tabla periódica el docente en formación podrá predecir las propiedades de muchos más. Por lo tanto, la relación entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias, constituye un aspecto esencial en la dirección del proceso de enseñanza de la Química en los diferentes niveles educativos.

Como conclusión, no debe perpetuarse la idea de la estructura de los átomos como objeto primordial de la Química sino como herramienta para pensar en cómo esta misma puede manifestarse en propiedades particulares en diferentes materiales de los que, la mayoría de las veces, nos beneficiamos.

Cursos con los que se relaciona

Los cursos que anteceden a éste y con los que se relaciona, a fin de buscar la integridad y profundidad de los conocimientos en el estudiantado son:

- *Nociones básicas de química*, en el cual se promueve el lenguaje de la química para describir propiedades y cambios de la materia en fenómenos cotidianos.
- *Química: una ciencia fáctica*, al asumir que la Química es una herramienta útil y poderosa para comprender el mundo que nos rodea y explicar conceptos con enfoque científico.
- *Química experimental*, pretende que el estudiantado haga uso de los recursos que le pueda brindar su espacio de trabajo para elaborar actividades experimentales acordes a los temas a desarrollar.
- *Diseño de planificaciones didácticas y reflexión del trabajo docente*, donde el estudiantado seleccione, adecúe, diseñe y aplique actividades que favorezcan el aprendizaje de la Química en educación obligatoria.

De igual manera, sirve de base para el aprendizaje de los contenidos de los cursos disciplinares subsecuentes como:

- *Enlace y reacciones químicas*, al entender la naturaleza de un objeto desde el punto de vista químico, no es posible sin conocer su composición, tipos de enlace y reacciones químicas requeridas para llevarlo a cabo.
- *Química orgánica*, que estudia la química del carbono y de sus compuestos cuyas estructuras son muy importantes y utilizados en la producción de múltiples materiales de uso cotidiano.

Por otro lado, es importante señalar que, de acuerdo con el Plan de estudios de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Química, en su apartado 1.14 Evaluación y acreditación, se 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.”

Por lo anterior, es imprescindible que el profesorado que imparte el curso Química experimental establezca comunicación permanente mediante trabajo colegiado con sus pares del mismo semestre para acordar actividades comunes o identificar aspectos que este curso puede aportar a otros cursos, o a la elaboración de una planificación didáctica contextualizada, la cual, será el resultado del proyecto integrador del segundo semestre.

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; Luna Namibia López Martínez de la Escuela Normal Superior del Estado de Baja California Sur “Profr. Enrique Estrada Lucero”; Guillermo Carreón Ibarra y Alejandro Collazo de la Escuela Normal Superior Federal de Aguascalientes “José Santos Valdés”.

Especialistas en el diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Sandra Elizabeth Jaime Martínez, Gladys Añorve Añorve, María del Pilar González Islas 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 del perfil general de egreso a los que contribuye este curso son:

- Planifica, desarrolla y evalúa la práctica docente de acuerdo con diferentes formas de organización de las escuelas (completas, multigrado) y gestiona ambientes de aprendizaje presenciales, híbridos y a distancia.
- 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.
- 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.
- Reconoce las culturas digitales y usa sus herramientas y tecnologías para vincularse al mundo y definir trayectorias personales de aprendizaje, compartiendo lo que sabe e impulsa a las y los estudiantes a definir sus propias trayectorias y acompaña su desarrollo como personas.

Perfil profesional

Los rasgos y desempeños del perfil profesional de egreso a los que contribuyen son:

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional desde el enfoque de Derechos Humanos, la sostenibilidad, igualdad y equidad de género, de inclusión y de las perspectivas humanística e intercultural crítica.

- Despliega una conciencia sobre lo humano y sobre la naturaleza, amplia e inclusiva, dirigida hacia la convivencia pacífica, el bien común, el compromiso con la justicia social y la sostenibilidad.

Demuestra el dominio de la química para hacer transposiciones didácticas con base a las características y contexto de sus estudiantes al abordar los contenidos de los planes y programas de estudio vigentes.

- Domina los conceptos de la disciplina e identifica las dificultades para su enseñanza y aprendizaje para diseñar su planeación.
- Aprecia la química como una ciencia que estudia la naturaleza de las sustancias y sus transformaciones en el entorno, para explicar cómo se presenta la materia y cómo se transforma.
- Identifica referentes teóricos y epistemológicos de la química, así como su enfoque didáctico para la enseñanza con estudiantes y acorde al nivel de estudios al que pertenecen.
- Manifiesta una actitud científica en la indagación y explicación del mundo natural en una variedad de contextos.
- Muestra escepticismo ante explicaciones superficiales y se informa permanentemente en relación con las ciencias y las prácticas profesionales.
- Reconoce el progreso del conocimiento científico como referente para su formación continua y permanente en su formación profesional.
- Genera alternativas de solución en el diseño experimental, en caso de no contar con un laboratorio escolar.

Diseña estrategias de enseñanza y aprendizaje acordes con los enfoques vigentes de la química y con base al contexto y características del estudiantado para el logro del aprendizaje.

- Conoce los materiales de enseñanza y los recursos didácticos disponibles y los utiliza con creatividad, flexibilidad y propósitos claros.
- Identifica la secuencia de los contenidos asociados a las ciencias que se abordan durante la educación obligatoria para el planteamiento de puntos de partida en el diseño de secuencias didácticas.
- Planifica situaciones de enseñanza con base a los enfoques del Plan y programas de estudio vigente y el contexto de sus estudiantes.
- Modela y contextualiza fenómenos químicos específicos.
- Genera nuevas alternativas y trabajo experimental en contextos donde se carece de instalaciones de laboratorio en su entorno.

- Diseña materiales didácticos físicos y digitales acordes a los contenidos de química y el contexto en el que desarrolla su práctica profesional.

Explica con actitud científica el papel de la química en el ser humano, la salud, el ambiente y la tecnología para valorar su importancia e impacto en la sostenibilidad.

- Valora la importancia de la química en el desarrollo de distintos procesos, así como su impacto en la salud, ambiente y la tecnología.
- Identifica la presencia y diversidad de las sustancias químicas en la vida cotidiana, su composición y transformaciones, así como su intervención en los procesos químicos en el ambiente y los seres vivos.
- Utiliza sus sentidos e instrumentos de medición para identificar las propiedades cualitativas y cuantitativas de la materia e interpreta sus transformaciones.

Utiliza el lenguaje de la química para describir propiedades y cambios de la materia en fenómenos cotidianos.

- Distingue símbolos y características de elementos y fórmulas de compuestos simples.
- Reconoce la importancia del uso asertivo del lenguaje químico en su vida cotidiana, práctica profesional y la culturización científica.

Interpreta y analiza la información de la tabla periódica para explicar las propiedades físicas y el comportamiento químico de sustancias usadas en la vida cotidiana.

- Comprende la organización sistemática de la tabla periódica con base en la masa atómica y el número atómico de los elementos químicos, precisando la ubicación de cada elemento, de acuerdo con las características de la familia y periodo al que pertenece.
- Explica las propiedades atómicas y periódicas de los elementos y su reactividad.
- Identifica las partículas subatómicas principales y las interacciones que mantienen unidos a los átomos.

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

- Explica de forma crítica la relación entre predicciones y hechos observados.

- Modela fenómenos y conceptos químicos para establecer semejanzas, analogías y relaciones entre variables.

Estructura del curso

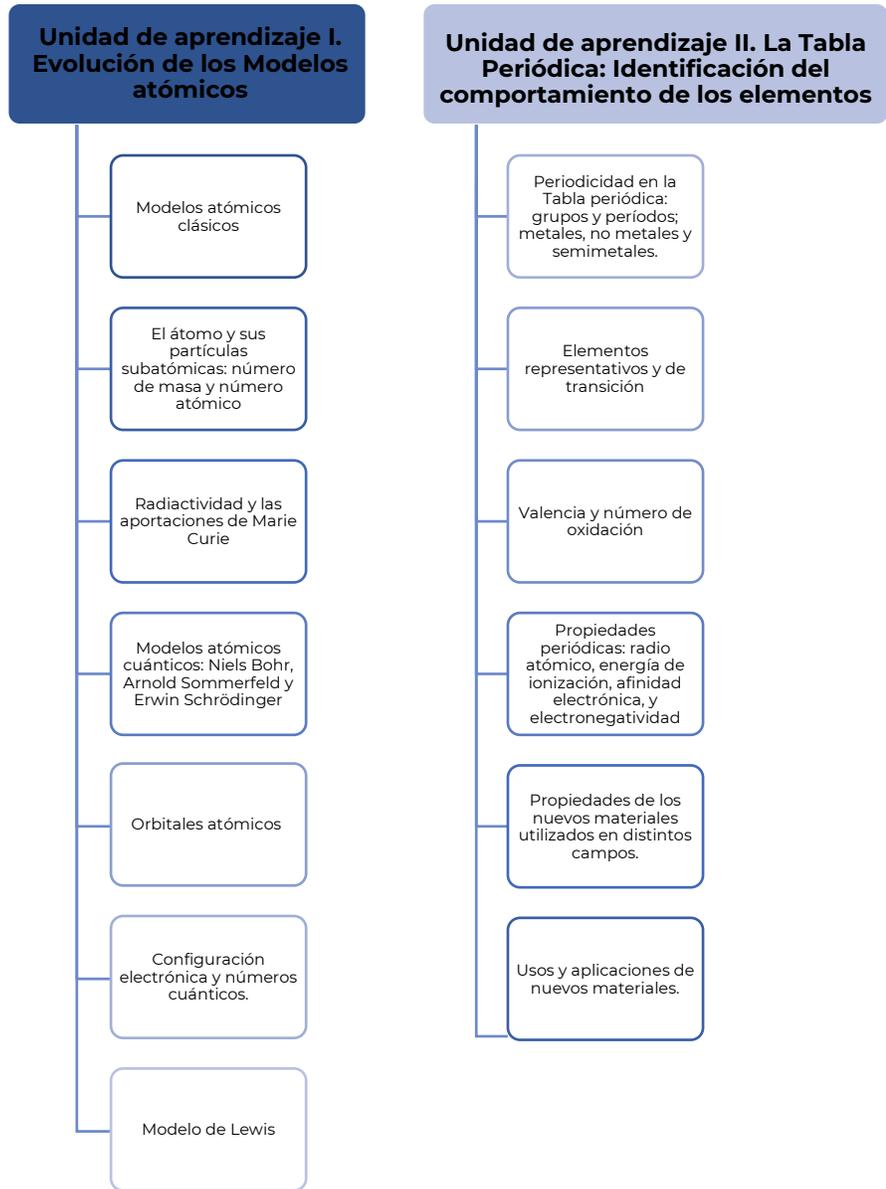
Este curso se divide en dos unidades de aprendizaje, con una secuencia orientadora de los temas a desarrollar en cada una de ellas a lo largo del semestre.

Unidad de aprendizaje I. Evolución de los Modelos atómicos

- Modelos atómicos clásicos:
 - Ideas de Leucipo y Demócrito en la antigüedad
 - Modelo atómico de John Dalton
 - Modelo atómico de J. J. Thomson
 - Modelo atómico de Ernest Rutherford
- El átomo y sus partículas subatómicas: número de masa y número atómico. Isótopos y sus aplicaciones
- Radiactividad y las aportaciones de Marie Curie
- Modelos atómicos cuánticos: Niels Bohr, Arnold Sommerfeld y Erwin Schrödinger
- Orbitales atómicos
- Configuración electrónica y números cuánticos
- Modelo de Lewis

Unidad II. La Tabla Periódica: Identificación del comportamiento de los elementos

- Periodicidad en la Tabla periódica: grupos y períodos; metales, no metales y semimetales
- Elementos representativos y de transición
- Valencia y número de oxidación
- Propiedades periódicas: radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad
- Propiedades de los nuevos materiales utilizados en distintos campos
- Usos y aplicaciones de nuevos materiales



Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

Las siguientes orientaciones educativas son sugerencias para el docente titular del curso, a fin de lograr los niveles de desempeño definidos en el Perfil de egreso general y, directamente, con el Perfil profesional de la licenciatura.

Se proponen algunas actividades que atiendan los diferentes perfiles cognitivos, contextos y necesidades del estudiantado normalista de manera que puedan trabajar de manera individual o colaborativamente para abordar este curso teórico - práctico.

Es importante recuperar los saberes del estudiantado normalista y lograr vincularlos con los propósitos propuestos, además, buscar la integración de las actividades de aprendizaje con los cursos de otros trayectos formativos para el desarrollo de un proyecto integrador y/o la elaboración de una evidencia común del semestre que permita evaluar los aprendizajes integrales con los criterios de evaluación específicos de los aprendizajes logrados en cada curso.

Seguidamente, se presentan algunas orientaciones generales para el desarrollo de las unidades de aprendizaje:

- Recuperar los saberes del alumnado a partir de dinámicas grupales (lluvia de ideas, organizadores previos, entre otros), acerca de los materiales y sustancias que usan en su entorno, así como sus usos y cuidados y cómo repercute en su calidad de vida.
- Utilizar la indagación como herramienta didáctica para la búsqueda, sistematización y organización de la información que contribuya a los propósitos de este curso.
- Orientar a los estudiantes para que construyan modelos basados en la existencia de partículas subatómicas (protones, electrones, neutrones) en átomos de elementos conocidos e infieran algunas de sus propiedades macroscópicas.
- Mediante el aprendizaje cooperativo, analizar los alcances y limitaciones de los modelos atómicos de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr hasta el actual modelo cuántico, a fin de sistematizar la información en un organizador gráfico.
- Favorecer entre los estudiantes la reflexión acerca de la importancia del avance de la ciencia y la tecnología en el conocimiento de la estructura de los átomos, para que comprendan que, a pesar de que todas las sustancias están constituidas por las mismas partículas elementales

(átomos), cada una de ellas tiene un comportamiento, apariencia e implicaciones diferentes.

- Diseñar actividades experimentales sencillas para analizar algunas propiedades de elementos de uso cotidiano. En caso necesario, se puede acceder a ejemplos y videos.
- Orientar a los estudiantes en el análisis de gráficas de datos experimentales sobre propiedades de los elementos representativos (radio atómico, energía de ionización, electronegatividad) para identificar las regularidades que presentan por grupo y periodo.
- Utilizar tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD), en la búsqueda de objetos virtuales que apoyen el aprendizaje de la química.
- Elaboración de infografías u otro medio de difusión para plasmar los conocimientos adquiridos acerca de los nuevos materiales usados en distintos campos, como la medicina, la nanotecnología, entre otros.
- Rescatar la investigación de mujeres, tal es el caso de la científica Marie Curie, con su trabajo acerca de la radiactividad y que la hizo acreedora a dos premios Nobel. Procurar su divulgación en la comunidad normalista, a partir de medios físicos o electrónicos.
- Revisar los programas vigentes de la educación obligatoria, y rescatar los aprendizajes que se relacionan con este curso, de tal manera que los estudiantes normalistas puedan desarrollar proyectos educativos en el nivel educativo obligatorio, y ser revisados desde la evaluación formativa.
- Analizar el contexto sociopolítico del mundo en el que se desarrollaron los principales modelos atómicos, y cómo influyeron en el avance de la ciencia; así como valorar que la ciencia es una construcción humana en constante cambio.
- Diseñar materiales físicos y digitales que faciliten el aprendizaje de la estructura atómica de la materia, así como poder relacionarlo con el tema de enlace químico de manera adecuada.
- Investigar cuáles son los materiales más novedosos e inferir su estructura interna; socializar la información y concientizar al estudiantado en cómo gracias al desarrollo de la ciencia y tecnología se obtienen mejores materiales que se ocupan en distintos campos para mejorar la vida de la sociedad.

- Vincular algunas actividades de aprendizaje con otros cursos en el semestre para desarrollar un proyecto integrador que garantice la articulación y la integralidad del plan de estudios, y contribuya al logro del Perfil de egreso general y profesional. Se sugiere que se recopilen las evidencias integradoras de cada curso a fin de construir un documento reflexivo con los aprendizajes adquiridos. Al final de la tercera unidad se orienta el orden en el que pueden ir recuperando esas evidencias.

Proyecto integrador del semestre

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.”

Asimismo, es necesario reconocer que los cursos de segundo semestre de esta licenciatura tienen una naturaleza distinta, por lo que se propone trabajar de manera vinculada a partir del siguiente nodo problematizador: **La enseñanza y el aprendizaje de la química en la educación obligatoria.**

El proyecto integrador es una estrategia de enseñanza y aprendizaje que promueve la participación del estudiantado en la construcción de sus aprendizajes de manera individual y colectiva. Asimismo, se constituye en una metodología de trabajo colegiado entre el personal docente que imparte cursos en el mismo semestre para definir acciones conjuntas que permitan arribar a un mismo fin formativo, definido en el perfil de egreso y, una formación específica delimitada por la meta de aprendizaje que establece cada curso.

El proyecto integrador que se sugiere para este semestre es la problematización sobre la enseñanza y el aprendizaje de la química en la educación obligatoria, con el objeto de desarrollar el pensamiento crítico del estudiantado que permita analizar el proceso formativo, el contexto en que se desarrolla y, con ello, reflexionar su futura acción docente, así como las implicaciones de la planeación de su intervención. Por lo que se busca que todos los cursos del semestre

orienten actividades o aportaciones para el desarrollo de este proyecto integrador, que, a su vez, convergen en la elaboración de una evidencia común del semestre. Se propone la elaboración de una planificación didáctica contextualizada, con la finalidad de integrar los saberes logrados, por lo que deberá incluir:

1. Principios que sustentan el Sistema Educativo Mexicano.
2. Descripción del contexto escolar donde realizaron las observaciones del trayecto Práctica profesional y saber pedagógico.
3. Identificación de una situación que dificulta el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, a partir del análisis del contexto comunitario, escolar y áulico.
4. Reflexión acerca de la función social como docente para reconocer las implicaciones de su intervención en el aula, escuela y comunidad, desde la planificación didáctica contextualizada.
5. Planificación didáctica contextualizada enfocada en algunos de los temas del curso Estructura y Propiedades, que incluya actividades experimentales o prácticas de laboratorio del curso Química experimental; se pueden incluir recursos digitales con el apoyo del curso Ambientes y objetos virtuales para el aprendizaje de la química, para los casos en que se optó por este curso en el segundo semestre como parte de la flexibilidad curricular.

A partir de estas orientaciones generales, se espera que cada docente titular de cada curso defina las acciones específicas que le corresponden para el desarrollo de dicho proyecto integrador.

El curso *Estructura y propiedades*, aportará elementos disciplinares referentes a la estructura interna de la materia y profundizará en el estudio de la Tabla periódica, a fin de generar estrategias de enseñanza y aprendizaje congruentes con el nivel obligatorio para ser incluidas en la planificación didáctica contextualizada.

Sugerencias de evaluación

La evaluación se considera como un proceso de reflexión y mejora de los procesos de aprendizaje del estudiantado, por lo que las evidencias sugeridas deben dar cuenta de los aprendizajes adquiridos al emitir juicios de valor a partir de su comparación con un marco de referencia constituido por los dominios y desempeños del perfil de egreso 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 en cada uno de los cursos del Plan de estudios y, en consecuencia, en el perfil de egreso.

Las evidencias de aprendizaje deben ser congruentes con los dominios y desempeños del perfil de egreso general y profesional, así como con los propósitos y contenidos de cada unidad. La elaboración de cada evidencia y su correspondiente ponderación serán determinadas por el profesorado titular del curso de acuerdo con las necesidades, intereses y contextos de la población normalista que atiende.

Por otro lado, es importante considerar lo que establece el Plan de estudios de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Química, sobre la evaluación global, la cual 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.

En este semestre se recomienda el trabajo colegiado para desarrollar de manera transversal un proyecto integrador, que a su vez permita la elaboración conjunta de una planificación didáctica contextualizada como evidencia común del semestre para la evaluación de los desempeños del perfil de egreso alcanzados de manera integral, a partir de criterios de evaluación que identifican los aprendizajes específicos de cada curso. Para lograrlo, es necesario la participación del cuerpo docente que trabajará durante el semestre, con la finalidad de establecer acuerdos, comunicar el avance del grupo y de las actividades realizadas y lograr la articulación de los cursos del semestre.

Cada curso, de acuerdo con su vinculación o aportaciones al proyecto integrador o a la elaboración de la evidencia común del semestre, define si la segunda parte de la evaluación global será mediante la evidencia integradora del curso, o bien, con la evidencia común del semestre. En el caso de *Estructura y propiedades*, considera la evaluación de ambas evidencias para identificar los aprendizajes específicos del curso, pero también al logro de aprendizajes integrales mediante

su puesta en práctica en el diseño de una planificación didáctica contextualizada.

Evidencias de aprendizaje

A continuación, se presenta el concentrado de evidencias que se proponen para este curso, en el que cada docente titular o en colegiado podrá modificar, retomar o sustituir de acuerdo con los perfiles cognitivos, las características, el proceso formativo, y contextos del grupo de normalistas que atiende.

Estructura y propiedades

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Química

Unidad de aprendizaje	Evidencias	Descripción	Instrumento	Ponderación
Unidad 1	Historieta científica o cómic	Serie de dibujos que constituyen el relato de la evolución de los modelos atómicos en el tiempo, y sus implicaciones en el avance de la ciencia y la tecnología	Rúbrica por parte del profesor. Coevaluación mediante lista de cotejo.	50%
Unidad 2	Cuaderno de ejercicios resueltos acerca de la tabla periódica	Resolución de ejercicios de la información contenida en la Tabla periódica que recupere los aprendizajes logrados.	Rúbrica Lista de cotejo para coevaluación	
Evidencia integradora del curso	Diseño de actividades de aprendizaje	Construcción de actividades lúdicas considerando los aprendizajes señalados en el Plan y programas de	Autoevaluación	50%

	basadas en la gamificación	estudio, bajo el enfoque de la gamificación.	Coevaluación mediante rúbricas	
Evidencia común del semestre	Planificación didáctica contextualizada	Elaboración de una planificación didáctica contextualizada utilizando las metodologías activas para impartir un tema del curso Estructura y Propiedades, con sus respectivas actividades experimentales y recursos digitales.	Rúbrica	

Unidad de aprendizaje I. Evolución de los Modelos atómicos

Esta unidad se formula a partir de las aportaciones que a lo largo de la historia científica han hecho los distintos científicos dedicados a descubrir los secretos que encierran los diversos aspectos de los fenómenos químicos que desde hace tiempo se han vuelto tanto cotidianos como necesarios. Diversos científicos coinciden en que la Química puede definirse como la ciencia que analiza la caracterización, la composición y las transformaciones de la materia.

Se abordan los modelos atómicos clásicos desde Leucipo y Demócrito hasta Rutherford en primera instancia. Se continúa con el átomo y sus partículas subatómicas, número de masa, número atómico, isótopos y sus aplicaciones lo que conduce a la radioactividad y, con ello, las aportaciones de una inminente físico- química Marie Curie.

Se transita por los modelos atómicos cuánticos donde inciden las aportaciones de Niels Bohr, Arnold Sommerfeld y Erwin Schrödinger para destacar las diferentes manifestaciones energéticas y su importancia en el estudio de la Química. Los orbitales atómicos también figuran como parte esencial de las aportaciones que han realizado en diferentes épocas los personajes aquí citados ya que a partir de esto el alumnado conocerá cómo se comporta la energía y los elementos a partir de las diferentes configuraciones.

La configuración electrónica y los números cuánticos son tomados en cuenta para entender cómo se comportan los diferentes elementos de la tabla periódica y, junto con ello, sus manifestaciones y características.

Se concluye en esta unidad, con el estudio del modelo de Gilbert N. Lewis, considerando la importancia que revisten sus aportaciones en el manejo y entendimiento de las distintas posturas de la teoría atómica y sus manifestaciones.

Los estudiantes normalistas revisan los contenidos de esta unidad bajo la premisa que la Química es autogeneradora; la esencia natural de cada nuevo concepto químico estimula nuevas creaciones y descubrimientos a partir de la experimentación que llevan a un progresivo refinamiento y a la creación de conceptos innovadores.

En esta unidad de aprendizaje se introduce al estudiantado normalista en la investigación como parte de un proceso que le aportará los conocimientos necesarios para entender las manifestaciones macro a partir del manejo de las diferentes teorías y fundamentos que aquí se manejan y movilizar sus

habilidades metacognitivas que ayuden a la reconstrucción de su conocimiento en la materia, para desarrollar su potencial creativo e innovador.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado valore la funcionalidad de los principales modelos atómicos y otras aportaciones paralelas a ellos, como una construcción histórica de la humanidad para comprender la estructura atómica de los elementos, a fin de interpretar su comportamiento en distintos fenómenos físicos y químicos, mediante el reconocimiento de la funcionalidad de los principales modelos atómicos y sus representantes, así como los trabajos que permitieron que fueran formulados.

Contenidos

Los contenidos propuestos para esta Unidad de aprendizaje consideran la aportación de los conocimientos, conceptualización, fenómenos y manifestaciones de la Química en un contexto eminentemente pedagógico, donde esta materia resulta importante desde el punto de vista social, cultural, histórico como parteaguas del desarrollo de las civilizaciones. También considera las aportaciones de los científicos calificados que velan los mecanismos y modelos con los que la Química se hace presente en las manifestaciones energéticas y las transformaciones de las que forma parte esencial.

- Modelos atómicos clásicos:
 - Ideas de Leucipo y Demócrito en la antigüedad
 - Modelo atómico de John Dalton
 - Modelo atómico de J. J. Thomson
 - Modelo atómico de Ernest Rutherford
- El átomo y sus partículas subatómicas: número de masa y número atómico. Isótopos y sus aplicaciones.
- Radiactividad y las aportaciones de Marie Curie.
- Modelos atómicos cuánticos: Niels Bohr, Arnold Sommerfeld y Erwin Schrödinger

- Orbitales atómicos
- Configuración electrónica y números cuánticos
- Modelo de Lewis

Estrategias y recursos para el aprendizaje

A continuación, se sugieren diferentes estrategias, metodologías y recursos para el desarrollo de la primera Unidad de aprendizaje. El docente hace las adecuaciones que a su consideración sean las más pertinentes, tratando de conectar lo anterior con el propósito general, la evidencia de la unidad y el proyecto integrador, así como a las características generales del grupo que atiende.

1. Se sugiere realizar investigación individual apoyándose en la bibliografía básica y complementaria, así como en páginas de internet confiables para describir los **modelos atómicos clásicos**, partiendo desde las ideas de Demócrito y Leucipo.

Los y las docentes en formación pueden acudir a videos de la red donde se fortalecen las ideas que desde la antigüedad aportaron estos ilustres personajes. Se sugieren acudir a los siguientes recursos de la web:

La Química de Yamil (12 mar 2018). Modelos Atómicos (Demócrito, Leucipo, Dalton y Thomson) - Química desde cero. [Archivo de video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Gca9UQ2718U>

Pepeganga 112 (9 feb 2020) DEMOCRITO Y LEUCIPO [Archivo de video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=-Qh6gveY0e4>

2. La información obtenida por los alumnos se socializa en el grupo, lo cual permite clarificar la importancia sustancial que tuvieron los investigadores señalados en los modelos atómicos.

Posteriormente a la socialización los alumnos realizan en forma colaborativa o individualmente un organizador gráfico (cuadro comparativo, infografía, línea de tiempo), o resumen donde se observen semejanzas y diferencias de los modelos atómicos.

3. Para abordar las partículas subatómicas de un elemento se recomienda abordar la tabla periódica (diferentes representaciones) y ubicar tanto su número atómico como su número de masa para determinar con ello los protones, neutrones y electrones (partículas subatómicas).

4. Se cuestiona al alumno en relación con la tabla periódica lo siguiente:

- *¿Qué relación existe en el orden de los elementos y su número atómico?*
- *¿Determinando el número atómico ayuda para determinar la masa del elemento?*
- *¿Qué relación existe entre la masa del elemento, los diferentes isótopos, protones y los electrones?*

5. Para lograr que las y los docentes en formación adquieran el conocimiento relacionado con las diferentes partículas subatómicas se recomienda la elaboración de un cuadro donde se completen los espacios vacíos de las partículas, masa o número atómico del elemento correspondiente.

Nombre	Símbolo	Z	A	p+	e-	n°
	Al		27			
		12			12	
Potasio						20
				16		15
			56		26	

Para complementar el ejercicio anterior se puede apoyar tanto en explicaciones de libros de química, tabla periódica y videos de la web como los siguientes:

La Química de Yamil (4 ene 2020). Número Atómico, Número de Masa, Protones, Neutrones y Electrones. [Archivo de video] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=na62kqgSrE0>

La Química de Yamil (22 oct 2019). NÚMERO ATÓMICO Y NÚMERO DE MASA | Explicación y ejercicios. [Archivo de video] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=s1kDjhsui9g>

6. Para entender y/o retomar el tema de isótopos, se sugiere una investigación bibliográfica y la construcción de una definición del término, así como la clasificación de los mismos, tanto por su estabilidad como por su radioactividad.
7. Los alumnos y las alumnas realizan investigación y presentación por equipo la utilidad de conocer las características de los diferentes isótopos en: la industria, medicina, agricultura, en alimentación, así como su importancia en el cuidado del ambiente.
8. Mediante un cuadro se representan los modelos de isótopos en diferentes elementos, donde se distingue gráficamente la diferencia existente de neutrones determinando, asimismo, el cálculo promedio de su masa.

El siguiente video sirve de apoyo en la representación gráfica de los modelos de diferentes isótopos:

PROFE ARANTXA (19 ago 2019). ISÓTOPOS. * ¿QUÉ ES UN ISÓTOPO? * TIPOS DE ISÓTOPOS *EJEMPLOS DE ISÓTOPOS " FACILÍSIMO". [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=2qAo5x31oiA>

La representación gráfica de la actividad anterior se sugiere mediante el siguiente cuadro:

ISÓTOPOS							
	Z	A	P(+)	E (-)	N=A-Z	MODELO	Partículas
A=12 C Z=6	6	12	6	6	6		P(+) 6 E(-) 6 N=6

A=13 C Z=6	6	13	6	6	7		P(+) 6 E(-) 6 N=7
A=14 C Z=6	6	14	6	6	8		P(+) 6 E(-) 6 N=7

Así sucesivamente para los demás elementos.

9. Las y los docentes en formación realizan investigación de las aportaciones de Marie Curie para la ciencia y los reconocimientos que tuvo por sus investigaciones en la química. Se recomiendan los siguientes artículos para su análisis:

Sánchez Ron, J. M. Marie Curie, la radioactividad y los Premio Nobel. Real Sociedad Española de Química, An. Quím. 2011, 107(1), 84–93. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3434031>

Binda, MD, (2009). Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo (Primera parte). Revista Argentina de Radiología, 73(3), 265-270. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3825/382538477003.pdf>

Con el análisis de los documentos señalados y/o otros que el personal docente considere pertinentes o accesibles, se construye una evidencia en donde se exprese la importancia de la científica para las ciencias y particularmente en la Química. Puede ser mediante organizador gráfico o un artículo escrito que cumpla con las especificaciones APA.

10. Para distinguir las discrepancias y/o coincidencias de diferentes modelos cuánticos, los y las docentes en formación contestan las siguientes preguntas:
- *¿Qué distingue el modelo de Niels Bhor, Arnold Sommerfeld y Schrodinger?*

- *¿Cómo se obtienen los electrones de los diferentes niveles de energía?*
- *¿Hasta cuantos niveles de energía aplica la fórmula $2(n)^2$*

Posteriormente profundizan en lo anterior y generan un organizador gráfico donde demuestren el alcance y limitaciones de los modelos descritos por Niels Bohr, Arnold Sommerfeld y Erwin Schrodinger.

11. Mediante cuadro comparativo y desarrollo de modelos simples se muestran, tanto ventajas y desventajas, en los modelos como se explican sus propiedades periódicas.

Para fortalecer y/o complementar lo investigado se recomienda acudir a la explicación de los modelos cuánticos del átomo en el siguiente link:

Al fin entendí (5 abr 2021). Modelo atómico de Bohr y modelo actual. [Archivo de video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=V4IElhC0nZM>

12. Previa investigación bibliográfica y con la observación de videos encontrados en internet y YouTube, los y las docentes en formación realizan diferentes ejercicios de configuración electrónica, logrando con ello ubicar a los elementos, sus grupos y periodos respectivos.
13. Pedir al estudiantado que haga representaciones gráficas que muestren los pares de electrones entre los átomos de una molécula simple (estructuras de Lewis). Hacer lo mismo con referente a los números cuánticos, la configuración electrónica, como parte de su formación holística.

Evaluación de la unidad

La evaluación sugerida de los aprendizajes para la presente unidad sería mediante la elaboración de una historieta o cómic, donde se muestre la evolución y características de los diferentes modelos atómicos, desde Leucipo y Democrito, hasta Niels Bhor, Arnold Sommerfeld y Schrodinger.

Evidencia de la unidad	Criterios de evaluación
<p>Historieta científica o comic</p> <p>Documento que recopila y organiza las ideas principales de personajes y modelos atómicos que han dejado huella a lo largo de la humanidad, reflexión acerca de la importancia de sus aportaciones.</p>	<p>Saber conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reconoce las distintas aportaciones de los personajes involucrados en la evolución del estudio del átomo. ● Valora los alcances y limitaciones de cada aportación hecha por los personajes sobre las teorías atómicas. ● Describe la importancia que representan las aportaciones antiguas y presentes de los diferentes científicos a lo largo de la historia de la Química. ● Explica las distintas teorías y su importancia para el avance científico de la humanidad. ● Utiliza sus conocimientos previos para identificar los procesos metodológicos que han servido de base para el conocimiento de la ciencia y su lugar en la evolución del conocimiento científico de las civilizaciones. <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Compara los distintos modelos a lo largo de la historia y su aportación en el avance científico. ● Utiliza las TIC TAC y TEP durante sus procesos de aprendizaje y hace aportaciones científicas acordes al contenido que estudia y asume. ● Expresa sus ideas de forma oral y escrita utilizando las reglas ortográficas adecuadas y los requerimientos para que sus manifestaciones sean en un

	<p>lenguaje entendible y adecuado sin perder su rigor científico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza su pensamiento crítico para el análisis de textos y para la búsqueda de información en diversas fuentes. • Promueve el pensamiento crítico en la solución de problemáticas, válidas en la vida cotidiana. <p>Saber ser y estar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Favorece el aprendizaje autónomo a través del interés por ampliar sus conocimientos en el conocimiento de la Química. • Respeta las participaciones, ideas y opiniones de sus pares.
--	---

Bibliografía

A continuación, se presentan un conjunto de fuentes como sugerencias para abordar los contenidos de esta unidad, pero el profesorado puede determinar cuáles de ellas abordar durante las sesiones del curso o proponer otras.

Bibliografía básica

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>

Binda, MD, (2009). Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo (Primera parte). Revista Argentina de Radiología, 73(3), 265-270. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3825/382538477003.pdf>

Brown, T. L., LeMay, Jr., H. E., Bursten, B.E. y Burdge J. R. (2009). Química: La ciencia central. 11ª edición. México: Pearson PrenticeHall.

Chang, R., Goldby, K.A. (2016). Química. 12ª. Edición. México: Editorial Mac-Graw Hill.

- Cruz, D., Chamizo, J.A., Garritz, A. (1991). Estructura atómica. Un enfoque químico. Reimpresión con correcciones. México: Addison-Wesley Iberoamericana. Disponible en <https://es.slideshare.net/BrayanAlvarado1/estructura-atomica-un-enfoque-quimico-cruz-garritz>
- Garritz, A., Gasque, L. y Martínez, A. (2005). Química universitaria. México: Pearson Educación.
- González S. G. y Rabin L. C. (2011). Para entender las radiaciones. Energía nuclear. Medicina. Industria. Publicado por DIRAC – Facultad de Ciencias – Universidad de la República. Calle Iguá 4225 casi Mataojo – Montevideo 11400 – Uruguay Tel.: (598) 2525.1711 – Fax: (598) 2525.8617 E-mail: dirac@fcien.edu.uy. Encontrado en: http://divnuclear.fisica.edu.uy/libro/Para_entender_las_radiaciones.pdf
- Guardado et. al. (2011). Química General. Un enfoque en competencias. Dirección General de Escuelas Preparatorias Universidad Autónoma de Sinaloa Ciudad Universitaria, Circuito Interior Ote. S/N Culiacán, Sinaloa, México. Encontrado en: https://dgep.uas.edu.mx/librosdigitales/1er_SEMESTRE/5_Quimica_General.pdf
- Guardado, J. J, Osuna S. M. E. y Ortiz R. J. I. (2007). Química General. Un nuevo enfoque en la enseñanza de la Química. 1a edición, 2007 2a edición corregida, 2008 Dirección General de Escuelas Preparatorias Universidad Autónoma de Sinaloa Ciudad Universitaria, Circuito Interior Ote. S/N Culiacán, Sinaloa, México. Encontrado en: https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/libro_de_quimica_general.pdf
- Iturbe G, J. L. (2001), Fundamentos de radioquímica, México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- López M. B. E., e Iturbe G. J. L. ciencia. (2004). Radiactividad natural y artificial en nuestro entorno. Ciencia abril-junio. Encontrado en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_2/radiactividad_nuclear.pdf
- Martínez S. M y Mejía Q. M. (2017). Fundamentos de química general: el átomo, la tabla periódica y el enlace químico. Encontrado en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4229/1/Fundamentos%20de%20Quimica%20General.pdf>
- Petrucci, R., Harwood, W. S., y Geoffrey, H. (2006). Química General. Enfoque y Herramientas. 8ª Edición. Madrid: Pearson Educación.

Sánchez Ron, J. M. Marie Curie, la radioactividad y los Premio Nobel. Real Sociedad Española de Química, An. Quím. 2011, 107(1), 84–93. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3434031>

Uriarte, J. (2021). Modelo atómico de Bohr. Características.co. Última edición: 30 de septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/modelo-atómico-de-bohr/> Consultado: 15 de julio de 2022.

Recursos de apoyo

TEORIAS ATÓMICA DE JOHN DALTON:

https://luis-vives.es/docs/aula-virtual/quimica/presentaciones/modelos_atomicos.pdf

<https://www.divulgameteo.es/uploads/John-Dalton.pdf>

<http://www.edu.xunta.gal/centros/iesastelleiras/?q=system/files/Aspectos%20cuantitativos%20Qu%C3%ADmica%28I%29.pdf>

http://www.tecnicala.com/AutoIndex/TrabajosEnCasa/01-COVID-19/02_Segundo/Trabajo_02/Trabajo_02_Fisico_Quimica_2do.pdf

TEORIAS ATÓMICA DE J. J. THOMPSON

<https://www.webcolegios.com/file/f074ef.pdf>

<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180488.pdf>

<https://www.uv.es/jmarques/documentos/Estructura%20at%C3%B3mica.pdf>

https://uft.cl/images/futuros_alumnos/profesores_orientadores/material-pedagogico/Guia_1_Estructura_de_la_materia.pdf

<https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=t1.pdf>

<https://www.csn.es/documents/10182/914801/FDE-01.05+-+El+%C3%A1tomo/cbe1e729-e612-49d7-a90b-02b511ba75a2?version=1.4>

Videos

Al fin entendí (5 abr 2021). Modelo atómico de Bohr y modelo actual. [Archivo de video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=V4lE1hC0nZM>

Jorge Díaz (1 may 2008). Teoría atómica 1. [Archivo de video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=vV8Ai4ah5m4>

La Química de Yamil (4 ene 2020). Número Atómico, Número de Masa, Protones, Neutrones y Electrones. [Archivo de video] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=na62kqgSrE0>

La Química de Yamil (22 oct 2019). NÚMERO ATÓMICO Y NÚMERO DE MASA | Explicación y ejercicios. [Archivo de video] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=s1kDjhsui9g>

La Química de Yamil (12 mar 2018). Modelos Atómicos (Demócrito, Leucipo, Dalton y Thomson) - Química desde cero. [Archivo de video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Gca9UQ27I8U>

Pepeganga 112 (9 feb 2020) DEMOCRITO Y LEUCIPO [Archivo de video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=-Qh6gveY0e4>

PROFE ARANTXA (7 feb 2021). ISÓTOPOS * TABLA DE ISÓTOPOS * ISÓTOPOS DEL ESTRONCIO. [Archivo de video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=b2Gc6ox8s90>

PROFE ARANTXA (19 ago 2019). ISÓTOPOS. * ¿QUÉ ES UN ISÓTOPO? * TIPOS DE ISÓTOPOS * EJEMPLOS DE ISÓTOPOS " FACILÍSIMO". [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=2gAo5x3loiA>

Unidad de aprendizaje II. La Tabla periódica: identificación del comportamiento de los elementos

Presentación

En esta unidad se hace un breve recuento de la historia y desarrollo del Sistema Periódico para señalar su valiosa aportación a la Química. Se revisan las características de los elementos que son metales, no metales y metaloides y su ubicación en la Tabla periódica; así como los elementos representativos y de transición, de tal manera que el estudiantado pueda apreciar las diferencias entre ellos.

Se estudiarán las propiedades periódicas de los elementos: energía de ionización, radio atómico, afinidad electrónica, electronegatividad; de igual forma se clarificarán los conceptos de valencia y número de oxidación. Con ello, el estudiantado reconocerá cómo la estructura interna de los materiales nos da un comportamiento específico que es utilizado por la ciencia y la tecnología para sintetizar nuevos materiales que nos ayuden a mejorar la calidad de vida de la sociedad, reflexionando cómo repercute su uso en el medio ambiente y, en caso de ser negativa, cómo contrarrestarlo.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Estudiar las características y propiedades de los elementos químicos mediante el análisis de la tabla periódica para reconocer su presencia en distintos materiales.

Contenidos

- Periodicidad en la Tabla periódica: grupos y períodos; metales, no metales y semimetales
- Elementos representativos y de transición
- Valencia y número de oxidación
- Propiedades periódicas: radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica, y electronegatividad
- Propiedades de los nuevos materiales utilizados en distintos campos
- Usos y aplicaciones de nuevos materiales

Estrategias y recursos para el aprendizaje

Es importante recordar que en este segundo semestre se desarrolla un proyecto integrador que vincula a los cursos a partir del nodo problematizador: **La enseñanza y el aprendizaje de la química en la educación obligatoria**. Por lo que será necesario que esta unidad de aprendizaje se desarrolle en trabajo colegiado con el titular de los cursos *Diseño de planificaciones didácticas y reflexión del trabajo docente*, y *Análisis de prácticas y contextos escolares* para seleccionar los temas disciplinares que presentan alguna dificultad en su enseñanza y aprendizaje, detectados mediante el diagnóstico pedagógico que se realiza en las prácticas profesionales, así como diseñar una secuencia didáctica orientada a atender dicha situación o problema, lo que permitirá arribar de manera conjunta al diseño de una planificación didáctica contextualizada como evidencia común del semestre.

Se proponen las siguientes actividades para abordar los contenidos de esta unidad y cumplir con el propósito de la misma; es relevante recordar al docente titular que podrá adaptarlas al contexto del estudiantado:

1. Revisar el artículo “Historia de la tabla periódica de los elementos químicos”, para rescatar los criterios de clasificación que utilizaron distintos científicos hasta las aportaciones de Dimitri Mendeleiev, en 1869. Asimismo, rescatar las aportaciones de mujeres científicas en la construcción de la misma, tales como los trabajos de Marie Curie, Lise Meitner, Marguerite Perey, entre otras.

Las aportaciones se pueden sistematizar en un organizador gráfico que pueda socializarse con el grupo y la comunidad normalista.

2. A partir del libro “Los elementos”, pedir a los alumnos que en forma colectiva busquen información relacionada con algunos elementos químicos y que la presenten como cuento, sociodrama o en una infografía.

	<i>Propiedades físicas</i>	<i>Propiedades químicas</i>	<i>Usos o aplicaciones</i>
<i>Elemento químico que conozco</i>			
<i>Elemento químico que me gustaría conocer</i>			
<i>Elemento químico más interesante</i>			

3. Proponer a los alumnos que construyan un conjunto de cartas o naipes, con información sobre los elementos químicos: nombres, símbolos, números atómicos, fórmulas de sustancias que contengan uno o varios elementos, propiedades físicas que permitan identificar elementos o compuestos de uso cotidiano. Con la baraja elaborada, se pueden organizar actividades diversas, tipo bingo, lotería, correlación de información contenida en las cartas, colocación del elemento en una tabla periódica vacía, entre otros.
4. Proporcionar al estudiantado algunas características y propiedades periódicas de los elementos para que, con la información mencionada, un estudiante los identifique y escriba los nombres y símbolos correspondientes; un segundo estudiante revisa que las respuestas corresponden con los elementos descritos, a fin de propiciar un aprendizaje colaborativo en el aula.
5. Modelar la tabla periódica por medio de representaciones gráficas o modelos en 3D o, en su caso, indagar las apps que permitan la revisión de la Tabla Periódica.
6. Rescatar los saberes del estudiantado acerca de los materiales que conocen y cómo los emplean en su vida diaria; cuáles son sus ventajas y desventajas y si su uso causa un impacto negativo al medio ambiente.

7. Solicitar la lectura de los primeros seis capítulos del libro “Nuevos materiales en el Siglo XXI”, y rescatar los materiales principales de los del nuevo siglo, indicando sus principales aplicaciones y su importancia económica. Se sugiere organizar la información en un organizador gráfico (se da un ejemplo sugerido a continuación).

<i>Material</i>	<i>¿Qué conozco?</i>	<i>Características</i>	<i>Usos</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>	<i>Implicaciones económicas y ambientales</i>

8. Posteriormente, el estudiantado normalista socializará en plenaria la información obtenida, reconociendo los avances de los nanomateriales y su impacto en la sociedad. Se recomienda la elaboración de infografías o presentaciones digitales para dar a conocer los resultados de dicha investigación.

Asimismo, se puede orientar al estudiantado en la construcción de los nuevos materiales, como el grafeno o los fullerenos a partir de materiales del entorno, y tratar de explicar sus propiedades.

Hacer énfasis en cómo estos materiales influyen en la comunidad y medio ambiente; reflexionar hasta qué punto su uso puede ser un contaminante o no.

9. Diseñar actividades experimentales para revisar las propiedades de los elementos químicos de ciertas familias, y analizar la regularidad que presentan, orientando al estudiantado normalista al relacionar los resultados con la ubicación en la Tabla periódica del elemento.
10. Orientar al estudiantado normalista en la elaboración de material didáctico al impartir una clase acerca de Tabla periódica en el nivel

educativo obligatorio; es importante hacer énfasis en no utilizar dicho material para memorizar los símbolos químicos sin comprensión.

11. Diseñar secuencias didácticas, a partir del enfoque del Plan de Estudios vigente, en donde se atienda una situación o problema en relación con la enseñanza y aprendizaje de la química, detectado mediante el diagnóstico pedagógico que se realiza en el curso *Análisis de prácticas y contextos escolares*; dichas secuencias procurarán que se recuperen los saberes de la comunidad en que se vive y desarrollar proyectos científicos.

También se sugiere el trabajo colegiado con el titular del curso Diseño de planificaciones didácticas y reflexión del trabajo docente para que estas secuencias didácticas puedan ser el insumo para la elaboración de una planificación didáctica contextualizada.

Evaluación de la unidad

Derivado de las actividades que se realizan en esta unidad, se sugiere como evidencia de aprendizaje la resolución de un cuaderno de ejercicios acerca de la tabla periódica, que podrán ser sugeridos por el docente titular o por el propio estudiantado, que permita rescatar los aprendizajes logrados.

Evidencia de la unidad	Criterios de evaluación
<p><i>Cuaderno de ejercicios resueltos acerca de la tabla periódica</i></p> <p>Resolución de ejercicios de la información contenida en la Tabla periódica que recupere los aprendizajes logrados.</p>	<p>Saber conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Valora el proceso de construcción de la Tabla Periódica, al conocer las aportaciones de distintos científicos a la misma en el tiempo. ● Distingue la diferencia entre las propiedades físicas y químicas de los metales, no metales y semimetales. ● Expone cuál es la importancia de la clasificación periódica para predecir la naturaleza de los productos de reacciones químicas entre elementos representativos.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Identifica cada elemento tomando en consideración su masa atómica, electrones de valencia y propiedades periódicas. ● Explica cuál es la diferencia entre valencia y número de oxidación. <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Analiza la estructura interna de nuevos materiales y lo relaciona con el elemento químico del que está hecho. ● Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales y no metales y analiza sus aplicaciones tecnológicas. ● Indaga los nuevos materiales que se han desarrollado en la actualidad y valora su impacto en la vida cotidiana. ● Desarrolla modelos atómicos simples para explicar propiedades periódicas. ● Utiliza las TICCAD en la búsqueda y organización de información para fortalecer su proceso de aprendizaje. ● Resuelve ejercicios o problemas relacionando la propiedad periódica del elemento e infiere su comportamiento químico. ● Organiza adecuadamente la información obtenida de diversas fuentes, y plasma sus ideas en formatos para divulgar sus hallazgos a la comunidad normalista, a fin de buscar la transformación de la misma.
--	---

	<p>Saber ser y estar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demuestra una actitud científica en la indagación y explicación del mundo natural en una variedad de contextos. • Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes. • Interpreta de forma crítica la relación entre predicciones y hechos observados. • Reflexiona el impacto del uso de nuevos materiales en el medio ambiente y realiza acciones para aminorar los efectos nocivos de su uso. • Aplica habilidades interpersonales necesarias para trabajar en equipo, respetando la opinión de los demás.
--	---

Evidencia integradora del curso

Como evidencia integradora de este curso se propone el diseño de actividades de aprendizaje basadas en la gamificación, las cuales podrán ser consideradas como insumo para elaborar la evidencia común del semestre, es decir, una planificación didáctica contextualizada. Por lo anterior, se sugiere un trabajo colegiado con el personal docente de los cursos del mismo semestre, en particular con el titular del curso *Diseño de planificaciones didácticas y reflexión del trabajo docente*.

Evidencia de la unidad	Criterios de evaluación
<p><i>Diseño de actividades de aprendizaje basadas en la gamificación</i></p> <p>Construcción de actividades bajo el enfoque de la gamificación, en el que se recuperen los aprendizajes del alumnado en el nivel obligatorio.</p>	<p>Saber conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Domina los conceptos disciplinares e identifica las dificultades para su enseñanza y aprendizaje. • Identifica los referentes teóricos de los modelos atómicos para sustentar el diseño de actividades de aprendizaje.

	<p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none">● Diseña situaciones didácticas para atender situaciones o problemas en la enseñanza y aprendizaje de la estructura y las propiedades de los átomos.● Utiliza la gamificación como un enfoque de enseñanza y aprendizaje activa.● Recupera información del contexto para definir los recursos y materiales pertinentes en las actividades de aprendizaje.● Utiliza las TICCAD para el diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje. <p>Saber ser y estar:</p> <ul style="list-style-type: none">● Aprecia la química como ciencia que estudia la estructura de los átomos y las características de los elementos de la tabla periódica.● Valora el uso del lenguaje químico en su práctica profesional.● Considera el impacto del uso de nuevos materiales en el medio ambiente para diseñar estrategias de enseñanza para la sostenibilidad.● Aplica habilidades interpersonales necesarias para trabajar en equipo, respetando la opinión de los demás.
--	---

Evidencia común del semestre

Para la evaluación global del curso, se sugiere la elaboración de una planificación didáctica contextualizada, utilizando las metodologías activas para impartir un tema del curso *Estructura y propiedades*, con sus respectivas actividades experimentales o prácticas de laboratorio que se recuperan del curso *Química experimental*. También se sugiere considerar algunos recursos digitales para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.

Se sugiere un trabajo colegiado con el personal docente de los cursos del mismo semestre, en particular con el titular del curso *Diseño de planificaciones didácticas y reflexión del trabajo docente*, para orientar al estudiantado a la elaboración de la planificación didáctica contextualizada, así como para conformar el documento reflexivo.

Nodo problematizador: La enseñanza y el aprendizaje de la especialidad en la educación obligatoria.

Evidencia común del semestre	Criterios de evaluación de la evidencia integradora
<p>Planificación didáctica contextualizada</p>	<p>Saber conocer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Define los contenidos disciplinares a desarrollar en la educación obligatoria y el sustento de su planeación para responder a una situación o problema para su enseñanza y aprendizaje. ● Distingue los modelos atómicos para definir una secuencia didáctica pertinente. <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Diseña actividades experimentales acordes a los temas a desarrollar, ya sea con materiales del entorno o equipo de laboratorio. ● Organiza, selecciona y jerarquiza contenidos disciplinares a partir de los aprendizajes señalados en el Plan y programa de nivel obligatorio.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Utiliza las TICCAD en la búsqueda y selección de objetos y ambientes de aprendizaje de los diferentes temas disciplinares. <p>Saber ser y estar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Explica con actitud científica el papel de la química en el ser humano, la salud, el ambiente y la tecnología. ● Muestra una actitud científica y un pensamiento creativo al diseñar una situación didáctica para la planificación didáctica contextualizada. ● Soluciona asertivamente conflictos en términos de relaciones, conductas y diversidad en el aula. ● Anticipa situaciones emergentes y muestra disposición para realizar ajustes a su planificación. ● Aplica habilidades interpersonales necesarias para trabajar en equipo, respetando la opinión de los demás.
--	---

Bibliografía

A continuación, se presentan un conjunto de fuentes como sugerencias para abordar los contenidos de esta unidad, pero el profesorado puede determinar cuáles de ellas abordar durante las sesiones del curso o proponer otras.

Bibliografía básica

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>

Brown, T. L., LeMay, Jr., H. E., Bursten, B.E. y Burdge J. R. (2009). Química: La ciencia central. 11ª.edición. México: Pearson PrenticeHall.

Chang, R., Goldby, K.A. (2016). Química. 12ª. Edición. México: Editorial Mac-Graw Hill.

Cruz, D., Chamizo, J.A., Garritz, A. (1991). Estructura atómica. Un enfoque químico. Reimpresión con correcciones. México: Addison-Wesley Iberoamericana. Disponible en <https://es.slideshare.net/BrayanAlvarado1/estructura-atomica-unenfoque-quimico-cruz-garritz>

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

Petrucci, R., Harwood, W. S., y Geoffrey, H. (2006). Química General. Enfoque y Herramientas. 8ª Edición. Madrid: Pearson Educación.

Bibliografía complementaria

Aldersey -Williams, H. (2015). La tabla periódica. La curiosa historia de los elementos. Editorial Planeta. España. 511 pp.

Burns, R. A. (2011). Fundamentos de Química. 5ª Edición. México: Pearson.

Chamizo, J.A. (2019). Las sustancias químicas, antes y después de la construcción de la tabla periódica. *Educación Química*. Vol. 30(4). En: <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v30n4/0187-893X-eq-30-04-98.pdf>

Chamizo, J.A., Garritz, A. (1993). Química. México: Addison Wesley Iberoamericana.

Elguero-Bertolini, J., Goya-Laza, P. y Román-Polo, P. (2019) ¿Qué sabemos de? La tabla periódica de los elementos químicos. CSIC. Madrid.

Fernández, M. (1999). Elemento frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 21, pp. 59-66.

García, D. (2016). "Capítulo 1. El mundo de lo pequeño. El átomo y los modelos atómicos" y "Capítulo 2. La perfección detrás del caos aparente. La tabla periódica" en *Todo es cuestión de química*. España: Paidós.

Jackson, T. (2012). *Los Elementos. Una historia ilustrada de la Tabla Periódica*. India: Librero.

Linares-López Lage, R. M. (2013). *Las maravillas ocultas en la tabla periódica: un universo de sabiduría en una sola inscripción*. Editorial Univalle. 118 pp.

Linares, R. & Izquierdo-Aymerich, M. (2007). La tabla periódica en el *Journal of Chemical Education* a través del siglo xx. *Tecné Episteme y Didaxis*, No. 21, pp. 7-23.

- Kindersley, D. (2017), El Libro De La Tabla Periódica. Enciclopedia Visual De Los Elementos. Editorial: DK.
- Marcos, J. y García, M., (2021), Átomos y moléculas. Nanotecnologías para cambiar el mundo. Editorial: Guadalmazán.
- Pinto-Cañón, G. (2019). La tabla periódica como recurso imprescindible para el aprendizaje y la divulgación de las ciencias. *Educación de la Química en Línea*. Vol. 25 (2): 17-52. En: https://oa.upm.es/63745/1/INVE_MEM_2019_320206.pdf
- Plata, L. (2013), Los caballeros de la tabla periódica: Aventuras elementales. Editorial: Selector.
- Scerry, E. (2008). El pasado y el futuro de la tabla periódica. Este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate. *Educación Química*, Vol.19, No. 3, pp. 234-241. México. En: <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/viewFile/25837/24332>
- Sordo-Ruiz, M. (2014). Tabla periódica de los elementos: Ilustrada. Ediciones Larousse. 32 pp.
- Trefil, J. (1985). De los átomos a los quarks. Barcelona: Salvat Editores. Burns, R. A. (2011). Fundamentos de Química. 5ª. Edición. México: Pearson. Disponible en http://www.academia.edu/32928160/Fundamentos_de_quimica_Ralph_Burns

Recursos de apoyo

Tablas periódicas digitales:

<https://artsexperiments.withgoogle.com/periodic-table/>

<https://ptable.com/?lang=es#Propiedades>

<http://www.educaplus.org/sp2002/juegos/jtpmuda.html>

Simuladores:

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopesand-atomic-mass_es.html

<http://www.educaplus.org/sp2002/juegos/jparejas.html>

<http://educalab.es/recursos/historico/ficha?recurso=582>

Sitios web

Eduboom. Recursos de ciencia, clases y tests en línea. En:
<https://eduboom.es/>

FECYT., (s/f), nanociencia y nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro. En:
<https://www.nanogune.eu/sites/default/files/2020-12/1797493800.pdf>

Consejo Superior de Investigaciones Científicas., (2007). Nuevos materiales en la sociedad del siglo XXI. En:
<https://www.icmm.csic.es/es/divulgacion/documentos/materiales.pdf>

Documental “Indestructible”:

<https://www.documentarymania.com/video/Indestructible/>

Historia de la Tabla periódica:

https://www.radoctores.es/doc/06-TEIJON_tabla%20periodica.pdf

Perfil académico sugerido

Nivel Académico

Licenciatura en Educación Media con Especialidad en Física y Química

Licenciatura en Educación Secundaria con Especialidad en Química

Licenciatura en Química, Química Fármaco Biológica, Química en Alimentos, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica o carrera afín.

Nivel académico

Obligatorio nivel de licenciatura, preferentemente maestría o doctorado en el área de conocimiento de la pedagogía, la psicología o áreas afines.

Experiencia docente para:

- Emplear las metodologías activas en el aula.
- Utilizar las TICCAD en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes.
- Trabajar en equipo.
- Generar ambientes de aprendizaje colaborativos.
- Diseñar planificaciones didácticas para el nivel educativo obligatorio.
- Trabajar bajo el enfoque de metodologías activas, específicamente la gamificación.

Experiencia profesional

Contar con experiencia en el desarrollo de proyectos.

Deseable: Experiencia de investigación en el área de materiales.

Referencias para la elaboración de este programa

- Asimov, I. (1980), Breve historia de la química, Madrid: Alianza.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas., (2007). Nuevos materiales en la sociedad del siglo XXI. En: <https://www.icmm.csic.es/es/divulgacion/documentos/materiales.pdf>
- Cruz, D., Chamizo, J.A., Garritz, A. (1991). Estructura atómica. Un enfoque químico. Reimpresión con correcciones. México: Addison-Wesley Iberoamericana. Disponible en <https://es.slideshare.net/BrayanAlvarado1/estructura-atomica-unenfoque-quimico-cruz-garritz>
- De la Peña, L. (2005), ¿Cómo es un átomo?, México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. En: <https://metro.cdmx.gob.mx/storage/app/media/cultura/ciencia%20bolet%20o/atomo.pdf>
- EDITEC, (s/f), Marie Curie. Italia: Nuovo Istituto Italiano d'Arti Grafiche (NIIAG).
- FECYT., (s/f), nanociencia y nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro. En: <https://www.nanogune.eu/sites/default/files/2020-12/1797493800.pdf>
- Fernández, M. (1999). Elemento frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, 21, pp. 59-66.
- García, D. (), "Capítulo 1. El mundo de lo pequeño" en Todo es cuestión de química. Paidós. En: <http://www.librosmaravillosos.com/todoescuestiondequimica/pdf/TODO%20es%20cuestion%20de%20quimica%20-%20Deborah%20Garcia%20Bello.pdf>
- Katz, M. (2017), Historia del atomismo. República Argentina: Asociación Química Argentina. En: <http://www.aga.org.ar/images/EducacionQuimica/Atomismo.pdf>
- Strathern, P., (1999), Bohr y la teoría cuántica. España: Siglo Veintiuno de España Editores.
- Trefil, J. (1985). De los átomos a los quarks. Barcelona: Salvat Editores. En: <https://archive.org/details/DeLosAtomosALosQuarksJTrefilSalvat1985/page/n5/mode/2up>