

Guía de Química

Primera evaluación: 2016



Guía de Química

Primera evaluación: 2016

Programa del Diploma Guía de Química

Versión en español del documento publicado en febrero de 2014 con el título
Chemistry guide

Publicada en febrero de 2014
Actualizada en febrero de 2015

Publicada en nombre de la Organización del Bachillerato Internacional, una fundación educativa sin fines de lucro con sede en 15 Route des Morillons, 1218 Le Grand-Saconnex, Ginebra (Suiza), por

International Baccalaureate Organization Ltd (Reino Unido)
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate
Cardiff, Wales CF23 8GL
Reino Unido
Sitio web: www.ibo.org

© Organización del Bachillerato Internacional, 2014

La Organización del Bachillerato Internacional (conocida como IB) ofrece cuatro programas educativos exigentes y de calidad a una comunidad de colegios en todo el mundo, con el propósito de crear un mundo mejor y más pacífico. Esta publicación forma parte de una gama de materiales producidos con el fin de apoyar dichos programas.

El IB puede utilizar diversas fuentes en su trabajo y comprueba la información para verificar su exactitud y autoría original, en especial al hacer uso de fuentes de conocimiento comunitario, como Wikipedia. El IB respeta la propiedad intelectual, y hace denodados esfuerzos por identificar y obtener la debida autorización de los titulares de los derechos antes de la publicación de todo material protegido por derechos de autor utilizado. El IB agradece la autorización recibida para utilizar el material incluido en esta publicación y enmendará cualquier error u omisión lo antes posible.

El uso del género masculino en esta publicación no tiene un propósito discriminatorio y se justifica únicamente como medio para hacer el texto más fluido. Se pretende que el español utilizado sea comprensible para todos los hablantes de esta lengua y no refleje una variante particular o regional de la misma.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede reproducirse, almacenarse o distribuirse de forma total o parcial, en manera alguna ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del IB, sin perjuicio de lo estipulado expresamente por la ley o por la política y normativa de uso de la propiedad intelectual del IB. Véase la página <http://www.ibo.org/es/copyright> del sitio web público del IB para más información.

Los artículos promocionales y las publicaciones del IB pueden adquirirse en la tienda virtual del IB, disponible en <http://store.ibo.org>. Las consultas sobre pedidos deben dirigirse al departamento de marketing y ventas en Cardiff.

Correo electrónico: sales@ibo.org

Declaración de principios del IB

El Bachillerato Internacional tiene como meta formar jóvenes solidarios, informados y ávidos de conocimiento, capaces de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del entendimiento mutuo y el respeto intercultural.

En pos de este objetivo, la organización colabora con establecimientos escolares, gobiernos y organizaciones internacionales para crear y desarrollar programas de educación internacional exigentes y métodos de evaluación rigurosos.

Estos programas alientan a estudiantes del mundo entero a adoptar una actitud activa de aprendizaje durante toda su vida, a ser compasivos y a entender que otras personas, con sus diferencias, también pueden estar en lo cierto.



Perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

El objetivo fundamental de los programas del Bachillerato Internacional (IB) es formar personas con mentalidad internacional que, conscientes de la condición que las une como seres humanos y de la responsabilidad que comparten de velar por el planeta, contribuyan a crear un mundo mejor y más pacífico.

Como miembros de la comunidad de aprendizaje del IB, nos esforzamos por ser:

INDAGADORES

Cultivamos nuestra curiosidad, a la vez que desarrollamos habilidades para la indagación y la investigación. Sabemos cómo aprender de manera autónoma y junto con otros. Aprendemos con entusiasmo y mantenemos estas ansias de aprender durante toda la vida.

INFORMADOS E INSTRUIDOS

Desarrollamos y usamos nuestra comprensión conceptual mediante la exploración del conocimiento en una variedad de disciplinas. Nos comprometemos con ideas y cuestiones de importancia local y mundial.

PENSADORES

Utilizamos habilidades de pensamiento crítico y creativo para analizar y proceder de manera responsable ante problemas complejos. Actuamos por propia iniciativa al tomar decisiones razonadas y éticas.

BUENOS COMUNICADORES

Nos expresamos con confianza y creatividad en diversas lenguas, lenguajes y maneras. Colaboramos eficazmente, escuchando atentamente las perspectivas de otras personas y grupos.

ÍNTEGROS

Actuamos con integridad y honradez, con un profundo sentido de la equidad, la justicia y el respeto por la dignidad y los derechos de las personas en todo el mundo. Asumimos la responsabilidad de nuestros propios actos y sus consecuencias.

DE MENTALIDAD ABIERTA

Desarrollamos una apreciación crítica de nuestras propias culturas e historias personales, así como de los valores y tradiciones de los demás. Buscamos y consideramos distintos puntos de vista y estamos dispuestos a aprender de la experiencia.

SOLIDARIOS

Mostramos empatía, sensibilidad y respeto. Nos comprometemos a ayudar a los demás y actuamos con el propósito de influir positivamente en la vida de las personas y el mundo que nos rodea.

AUDACES

Abordamos la incertidumbre con previsión y determinación. Trabajamos de manera autónoma y colaborativa para explorar nuevas ideas y estrategias innovadoras. Mostramos ingenio y resiliencia cuando enfrentamos cambios y desafíos.

EQUILIBRADOS

Entendemos la importancia del equilibrio físico, mental y emocional para lograr el bienestar propio y el de los demás. Reconocemos nuestra interdependencia con respecto a otras personas y al mundo en que vivimos.

REFLEXIVOS

Evaluamos detenidamente el mundo y nuestras propias ideas y experiencias. Nos esforzamos por comprender nuestras fortalezas y debilidades para, de este modo, contribuir a nuestro aprendizaje y desarrollo personal.

El perfil de la comunidad de aprendizaje engloba diez atributos valorados por los Colegios del Mundo del IB. Estamos convencidos de que estos atributos, y otros similares, pueden ayudar a personas y grupos a ser miembros responsables de las comunidades locales, nacionales y mundiales.

Índice

Introducción	1
Propósito de esta publicación	1
El Programa del Diploma	2
Naturaleza de la ciencia	6
Naturaleza de la química	14
Objetivos generales	19
Objetivos de evaluación	20
Programa de estudios	21
Resumen del programa de estudios	21
Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje de Química	23
Contenido del programa de estudios	28
Evaluación	191
La evaluación en el Programa del Diploma	191
Resumen de la evaluación: NM	194
Resumen de la evaluación: NS	195
Evaluación externa	196
Evaluación interna	198
Proyecto del Grupo 4	212
Apéndices	217
Glosario de términos de instrucción	217
Bibliografía	220

Propósito de esta publicación

El propósito de esta publicación es servir de guía a los colegios en la planificación, la enseñanza y la evaluación de la asignatura. Si bien está dirigida principalmente a los profesores, se espera que estos la utilicen para informar sobre la asignatura a padres y alumnos.

Esta guía está disponible en la página de la asignatura en el Centro pedagógico en línea (<http://occ.ibo.org>), un sitio web del IB protegido por contraseña concebido para proporcionar apoyo a los profesores del IB. También puede adquirirse en la tienda virtual del IB (<http://store.ibo.org>).

Otros recursos

En el Centro pedagógico en línea (CPEL) pueden encontrarse también publicaciones tales como materiales de ayuda al profesor, informes de la asignatura, información adicional sobre la evaluación interna y descriptores de las calificaciones finales. En la tienda virtual del IB se pueden adquirir exámenes de convocatorias pasadas y esquemas de calificación.

Se anima a los profesores a que visiten el CPEL para ver materiales adicionales creados o utilizados por otros docentes. Se les invita también a aportar información sobre materiales que consideren útiles, por ejemplo: sitios web, libros, videos, publicaciones periódicas o ideas pedagógicas.

Agradecimientos

El Bachillerato Internacional (IB) agradece a los educadores y a sus respectivos colegios el tiempo y los recursos dedicados a la elaboración de la presente guía.

Primera evaluación: 2016

El Programa del Diploma

El Programa del Diploma es un programa preuniversitario exigente de dos años de duración para jóvenes de 16 a 19 años. Su currículo abarca una amplia gama de áreas de estudio y aspira a formar alumnos informados y con espíritu indagador, a la vez que solidarios y sensibles a las necesidades de los demás. Se da especial importancia a que los jóvenes desarrollen el entendimiento intercultural y una mentalidad abierta, así como las actitudes necesarias para respetar y evaluar distintos puntos de vista.

El modelo del Programa del Diploma

El programa se representa mediante seis áreas académicas dispuestas en torno a un núcleo (véase la figura 1); esta estructura fomenta el estudio simultáneo de una amplia variedad de áreas académicas. Los alumnos estudian dos lenguas modernas (o una lengua moderna y una clásica), una asignatura de humanidades o ciencias sociales, una ciencia, una asignatura de matemáticas y una de artes. Esta variedad hace del Programa del Diploma un programa exigente y muy eficaz como preparación para el ingreso a la universidad. Además, en cada una de las áreas académicas los alumnos tienen flexibilidad para elegir las asignaturas en las que estén particularmente interesados y que quizás deseen continuar estudiando en la universidad.



Figura 1
Modelo del Programa del Diploma

La combinación adecuada

Los alumnos deben elegir una asignatura de cada una de las seis áreas académicas, aunque también pueden elegir dos asignaturas de otra área en lugar de una asignatura de Artes. Generalmente tres asignaturas (y no más de cuatro) deben cursarse en el Nivel Superior (NS) y las demás en el Nivel Medio (NM). El IB recomienda dedicar 240 horas lectivas a las asignaturas del NS y 150 a las del NM. Las asignaturas del NS se estudian con mayor amplitud y profundidad que las del NM.

En ambos niveles se desarrollan numerosas habilidades, en especial las de análisis y pensamiento crítico. Dichas habilidades se evalúan externamente al final del curso. En muchas asignaturas los alumnos realizan también trabajos que califica directamente el profesor en el colegio.

El núcleo del modelo del Programa del Diploma

Todos los alumnos del Programa del Diploma deben completar los tres elementos que conforman el núcleo del modelo.

El curso de Teoría del Conocimiento (TdC) se centra fundamentalmente en el pensamiento crítico y la indagación acerca del proceso de aprendizaje más que sobre la adquisición de un conjunto de conocimientos específicos. Además, examina la naturaleza del conocimiento y la manera en la que conocemos lo que afirmamos saber. Todo ello se consigue animando a los alumnos a analizar las afirmaciones de conocimiento y a explorar preguntas sobre la construcción del conocimiento. La tarea de TdC es poner énfasis en los vínculos entre las áreas de conocimiento compartido y relacionarlas con el conocimiento personal de manera que el alumno sea más consciente de sus perspectivas y cómo estas pueden diferir de las de otras personas.

Creatividad, Acción y Servicio (CAS) es una parte central del Programa del Diploma. El programa de CAS hace hincapié en contribuir a que los alumnos desarrollen su propia identidad, de acuerdo con los principios éticos expresados en la declaración de principios y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. Creatividad, Acción y Servicio (CAS) hace participar a los alumnos en una variedad de actividades simultáneas al estudio de las disciplinas académicas del Programa del Diploma. Las tres áreas que lo componen son la Creatividad (artes y otras experiencias que implican pensamiento creativo), la Acción (actividades que implican un esfuerzo o desafío físico y que contribuyen a un estilo de vida sano) y el Servicio (un intercambio voluntario y no remunerado que significa un aprendizaje para el alumno). Posiblemente más que ningún otro componente del Programa del Diploma, CAS cumple el principio del IB de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del entendimiento mutuo y el respeto intercultural.

La Monografía, incluida la de Estudios del Mundo Contemporáneo, brinda a los alumnos del IB la oportunidad de investigar un tema que les interese especialmente, a través de un trabajo de investigación independiente de 4.000 palabras. El área de investigación estará relacionada con una de las asignaturas del Programa del Diploma, mientras que la monografía interdisciplinaria de Estudios del Mundo Contemporáneo estará relacionada con dos asignaturas. La Monografía familiariza a los alumnos con la investigación independiente y el tipo de redacción académica que se esperará de ellos en la universidad. El resultado es un trabajo escrito estructurado cuya presentación formal se ajusta a pautas predeterminadas, y en el cual las ideas y los resultados se comunican de modo razonado y coherente, acorde a la asignatura o a las asignaturas elegidas. Su objetivo es fomentar unas habilidades de investigación y redacción de alto nivel, así como el descubrimiento intelectual y la creatividad. Como una experiencia de aprendizaje auténtico, la Monografía brinda a los alumnos la oportunidad de realizar una investigación personal acerca de un tema de su elección con la orientación de un supervisor.

Enfoques de la enseñanza y enfoques del aprendizaje

El término “enfoques de la enseñanza y el aprendizaje” en el Programa del Diploma se refiere a las estrategias, habilidades y actitudes deliberadas que permean el entorno de enseñanza y aprendizaje. Estos enfoques y herramientas, que están intrínsecamente relacionados con los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB, potencian el aprendizaje de los alumnos y los ayudan a prepararse para la evaluación del Programa del Diploma y mucho más. Los objetivos generales de los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje en el Programa del Diploma son los siguientes:

- Facultar a los docentes no solo para impartir conocimientos, sino también para infundir en los alumnos una actitud activa de aprendizaje
- Facultar a los docentes para crear estrategias más claras que les permitan ofrecer a los alumnos experiencias de aprendizaje significativas en las que tengan que utilizar una indagación estructurada y un mayor pensamiento crítico y creativo
- Promover los objetivos generales de cada asignatura para que sean algo más que las aspiraciones del curso y establecer conexiones entre conocimientos hasta ahora aislados (simultaneidad del aprendizaje)
- Animar a los alumnos a desarrollar una variedad definida de habilidades que les permitan continuar aprendiendo activamente después de dejar el colegio, y ayudarlos no solo a acceder a la universidad por tener mejores calificaciones sino también a prepararse para continuar con éxito la educación superior y la vida posterior
- Potenciar aún más la coherencia y pertinencia de la experiencia del Programa del Diploma que reciben los alumnos
- Permitir a los colegios reconocer el carácter distintivo de la educación del Programa del Diploma del IB, con su mezcla de idealismo y sentido práctico

Los cinco enfoques del aprendizaje (desarrollar habilidades de pensamiento, habilidades sociales, habilidades de comunicación, habilidades de autogestión y habilidades de investigación) junto con los seis enfoques de la enseñanza (enseñanza basada en la indagación, centrada en conceptos, contextualizada, colaborativa, diferenciada y guiada por la evaluación) abarcan los principales valores en los que se basa la pedagogía del IB.

La declaración de principios del IB y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

El Programa del Diploma se propone desarrollar en los alumnos los conocimientos, las habilidades y las actitudes que necesitarán para alcanzar las metas del IB, tal como aparecen expresadas en su declaración de principios y en el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. La enseñanza y el aprendizaje en el Programa del Diploma representan la puesta en práctica de la filosofía educativa del IB.

Probidad académica

En el Programa del Diploma, la probidad académica constituye un conjunto de valores y conductas basadas en el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. En la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, la probidad académica sirve para promover la integridad personal, generar respeto por la integridad y el trabajo de los demás, y garantizar que todos los alumnos tengan igualdad de oportunidades para demostrar los conocimientos y las habilidades que han adquirido durante sus estudios.

Todos los trabajos de clase —incluidos los que se presentan para evaluación— deben ser originales y estar basados en las ideas propias del alumno a la vez que se cita debidamente la autoría de las ideas y el trabajo de otras personas. Las tareas de evaluación que requieren que el profesor oriente a los alumnos o que los alumnos trabajen juntos deben llevarse a cabo respetando por completo las directrices detalladas que proporciona el IB para las asignaturas correspondientes.

Para obtener más información sobre la probidad académica en el IB y el Programa del Diploma, sírvase consultar las siguientes publicaciones del IB: *Probidad académica* (2011), *El Programa del Diploma: de los principios a la práctica* (2009) y el *Reglamento general del Programa del Diploma* (2011). En esta guía puede encontrar información específica sobre la probidad académica en lo que respecta a los componentes de evaluación externa e interna de esta asignatura del Programa del Diploma.

Cita de las ideas o el trabajo de otras personas

Se recuerda a los coordinadores y profesores que los alumnos deben citar todas las fuentes que usen en los trabajos que envían para su evaluación. A continuación se ofrece una aclaración de este requisito.

Los alumnos del Programa del Diploma envían trabajos para evaluación en diversos formatos, como pueden ser material audiovisual, texto, gráficos, imágenes o datos publicados en medios impresos o electrónicos. Si un alumno utiliza el trabajo o las ideas de otra persona, debe citar la fuente usando un formato de referencia estándar de forma coherente. Si no se citan todas las fuentes, el IB investigará esta falta de citación como una posible infracción del reglamento que puede conllevar una penalización impuesta por el Comité de la evaluación final del IB.

El IB no prescribe el formato de referencia bibliográfica o citación que deben emplear los alumnos, esta elección se deja a discreción de los miembros pertinentes del profesorado o personal del colegio. Debido a la amplia variedad de asignaturas, las tres lenguas posibles de respuesta y la diversidad de formatos de referencia existentes sería restrictivo y poco práctico insistir en el empleo de un determinado formato. En la práctica, ciertos formatos son de uso más común que otros, pero los colegios pueden escoger libremente el más apropiado para la asignatura en cuestión y para la lengua en la que se redacte el trabajo del alumno. Independientemente del formato de referencia adoptado por el colegio para una asignatura, se espera que la información incluya, como mínimo, el nombre del autor, la fecha de publicación, el título de la fuente y los números de página en caso necesario.

Se espera que los alumnos empleen un formato estándar y que lo usen de forma coherente para citar todas las fuentes utilizadas, incluidas las fuentes de contenido parafraseado o resumido. Al redactar, el alumno debe diferenciar claramente sus propias palabras de las de otros utilizando comillas (u otros métodos, como el sangrado) seguidas de una cita que indique una entrada en la bibliografía. Si se cita una fuente electrónica es necesario indicar la fecha de consulta. No se espera que los alumnos sean expertos en materia de referencias, pero sí que demuestren que todas las fuentes han sido citadas. Es necesario recordar a los alumnos que todo el material audiovisual, texto, gráficos e imágenes o datos publicados en medios impresos o electrónicos que no sea de su autoría debe ser citado. Como se ha mencionado anteriormente, es necesario emplear un formato de referencia bibliográfica apropiado.

La diversidad en el aprendizaje y requisitos de apoyo para el aprendizaje

Los colegios deben garantizar que los alumnos con necesidades de apoyo para el aprendizaje cuenten con un acceso equitativo y las disposiciones razonables correspondientes según los documentos del IB titulados *Alumnos con necesidades específicas de acceso a la evaluación* y *La diversidad en el aprendizaje y las necesidades educativas especiales en los programas del Bachillerato Internacional*.

Naturaleza de la ciencia

La “naturaleza de la ciencia” es un tema dominante en los cursos de Biología, Química y Física. La sección “Naturaleza de la ciencia” se incluye en las guías de Biología, Química y Física para ayudar a los profesores a comprender el significado de la naturaleza de la ciencia. Esta sección proporciona una explicación completa sobre la naturaleza de la ciencia en el siglo XXI. No será posible cubrir en este documento detalladamente todos los aspectos relacionados con su enseñanza y evaluación en los tres cursos de ciencias.

La sección “Naturaleza de la ciencia” está estructurada en párrafos (1.1, 1.2, etc.) para vincular los puntos significativos del programa (páginas horizontales) que se refieren a la naturaleza de la ciencia. Los apartados que se refieren a la naturaleza de la ciencia que figurarán en las secciones de la guía específicas de la asignatura son ejemplos de comprensiones concretas. Dichos enunciados, que preceden a cada subtema, resumen cómo ejemplificar uno o más temas de la naturaleza de la ciencia por medio de la comprensión y las aplicaciones y habilidades de ese subtema. Estas secciones no constituyen una repetición de los enunciados de la naturaleza de la ciencia que se dan a continuación, sino una elaboración de estos enunciados en un contexto específico. Véase la sección “Formato del programa de estudios”.

Tecnología

Aunque esta sección trata acerca de la naturaleza de la ciencia, la interpretación del término “tecnología” es importante, y hay que aclarar tanto el papel de la tecnología que se ha creado gracias a las ciencias como la contribución de la tecnología a las ciencias. En el mundo contemporáneo, los términos “ciencia” y “tecnología” se utilizan a menudo como sinónimos, pero esto no siempre ha sido así. La tecnología surgió antes que la ciencia, y el uso de materiales para producir objetos útiles y decorativos es muy anterior a la comprensión de por qué los materiales tenían distintas propiedades que permitían emplearlos para distintas finalidades. En la actualidad sucede lo contrario: comprender la ciencia subyacente es la base de los desarrollos tecnológicos. Estos desarrollos tecnológicos, a su vez, sirven para impulsar desarrollos científicos.

A pesar de su interdependencia, la ciencia y la tecnología se basan en principios distintos: la ciencia en las pruebas, la racionalidad y la búsqueda de una comprensión más profunda; la tecnología, por su parte, en lo práctico, lo adecuado y lo útil, con un creciente énfasis en la sustentabilidad.

1. Las ciencias y la actividad científica

- 1.1. Las ciencias parten de la premisa de que el universo tiene una realidad externa e independiente que está al alcance de los sentidos y del razonamiento humanos.
- 1.2. Las ciencias puras procuran alcanzar una comprensión común de este universo externo, mientras que las ciencias aplicadas y las ingenierías desarrollan tecnologías que dan como resultado nuevos procesos y productos. Sin embargo, los límites entre estos campos son difusos.
- 1.3. Los científicos utilizan una amplia variedad de metodologías que, en conjunto, constituyen el proceso de la ciencia. No existe un único “método científico”. Los científicos han utilizado y utilizan diferentes métodos en distintos momentos para construir su conocimiento y sus ideas, pero tienen una percepción común acerca de lo que los hacen científicamente válidos.

1. 4. La ciencia es una aventura emocionante que plantea desafíos e implica una gran dosis de creatividad e imaginación, así como rigor y detalle tanto en el pensamiento como en las aplicaciones prácticas. Además, los científicos deben estar preparados para encontrarse con descubrimientos sorprendentes, accidentales y no planificados. La historia de las ciencias muestra que esto sucede a menudo.
1. 5. Muchos descubrimientos científicos han implicado destellos de intuición y una buena cantidad de ellos han procedido de especulaciones o simple curiosidad acerca de determinados fenómenos.
1. 6. Los científicos emplean una terminología compartida y un proceso de razonamiento común que implica el uso de la lógica deductiva e inductiva mediante analogías y generalizaciones. Comparten las matemáticas, la lengua de la ciencia, como un instrumento eficaz. De hecho, algunas explicaciones científicas existen solo en forma matemática.
1. 7. Los científicos deben adoptar una actitud escéptica ante las afirmaciones que se realizan. Esto no significa que no crean nada, sino que no emiten un juicio hasta que tienen una buena razón para creer que una afirmación es verdadera o falsa. Dichas razones se basan en pruebas y argumentos.
1. 8. La importancia de las pruebas es una comprensión común fundamental. Las pruebas pueden obtenerse mediante observación o experimentación por medio de los sentidos humanos, principalmente el de la vista; pero gran parte de las ciencias modernas emplean instrumentos y sensores que pueden recabar información a distancia y automáticamente en áreas que son demasiado pequeñas, que están demasiado alejadas, o que se encuentran más allá de la capacidad de percepción de los sentidos humanos. Con frecuencia, las nuevas tecnologías y las mejoras en los instrumentos han sido impulsoras de nuevos descubrimientos. Observaciones seguidas de análisis y deducciones dieron como resultado la teoría del Big Bang acerca del origen del universo, así como la teoría de la evolución por selección natural. En estos casos, no fue posible realizar experimentos controlados. Disciplinas como la geología y la astronomía se basan en gran medida en recabar datos sobre el terreno, pero todas las disciplinas utilizan, en mayor o menor medida, la observación para obtener pruebas. La experimentación en un entorno controlado, generalmente en laboratorios, es la otra forma de obtener pruebas en forma de datos, y hay muchas convenciones y líneas de pensamiento acerca de cómo recabar dichas pruebas.
1. 9. Las pruebas que se obtienen se utilizan para desarrollar teorías, hacer generalizaciones a partir de los datos para formular leyes y proponer hipótesis. Dichas teorías e hipótesis se emplean para hacer predicciones que puedan someterse a prueba. De este modo, las teorías pueden respaldarse o rechazarse y pueden modificarse o sustituirse por nuevas teorías.
1. 10. Para explicar procesos que no se pueden observar, se desarrollan modelos (algunos sencillos, otros muy complejos) basados en la comprensión teórica. Para elaborar predicciones que puedan someterse a prueba se utilizan modelos matemáticos realizados por computador. Esto puede ser especialmente útil cuando no es posible realizar experimentos. Los experimentos o los datos obtenidos a partir de observaciones pueden demostrar que un modelo no es adecuado; en estos casos pueden modificarse o sustituirse por nuevos modelos.
1. 11. Los resultados de los experimentos, los conocimientos obtenidos mediante los modelos y las observaciones del mundo natural pueden utilizarse para proporcionar más pruebas con respecto a una afirmación.
1. 12. El aumento de la capacidad de la informática ha hecho que el uso de modelos sea mucho más potente y eficaz. Los modelos, normalmente matemáticos, se utilizan en la actualidad para lograr nuevas comprensiones cuando no es posible realizar experimentos (y a veces cuando sí es posible). El desarrollo de modelos dinámicos de situaciones complejas que implican grandes cantidades de datos, numerosas variables, y cálculos largos y complejos solo es posible gracias al aumento de la potencia de los computadores. Por ejemplo, el uso de modelos del clima de la Tierra permite predecir futuras condiciones climáticas, o hacer una variedad de previsiones acerca de estas. En este campo se han desarrollado distintos modelos y los resultados obtenidos a partir de estos se han comparado para comprobar cuáles modelos son más exactos. Para poner a prueba los modelos, a veces se pueden emplear datos del pasado y utilizarlos para ver si son capaces de predecir la situación actual. Si un modelo supera este tipo de prueba, aumenta la confianza que se tiene en su precisión.

1. 13. Tanto las ideas como los procesos de la ciencia solo pueden ocurrir en un contexto humano. La ciencia es llevada a la práctica por una comunidad de personas de una amplia variedad de trayectorias, procedencias y tradiciones, y esto ha influido claramente en el modo en que la ciencia se ha llevado a cabo en diferentes momentos. Sin embargo, es importante comprender que hacer ciencia implica participar en una comunidad de indagación con determinados conceptos, metodologías, procesos y principios en común.

2. La comprensión de las ciencias

- 2.1. Teorías, leyes e hipótesis son conceptos que utilizan los científicos. Aunque dichos conceptos están relacionados, no existe una progresión del uno al otro. Estos términos tienen un significado especial en las ciencias, y es importante distinguirlos del uso que se les da en la vida diaria.
- 2.2. Las teorías son modelos completos e integrados de cómo funciona el universo o partes de este. Las teorías pueden incorporar datos y leyes, así como hipótesis comprobadas. A partir de las teorías se pueden realizar predicciones y se pueden comprobar mediante experimentos u observaciones cuidadosas. Algunos ejemplos son la teoría microbiana de la enfermedad y la teoría atómica.
- 2.3. Por lo general, las teorías dan cabida a los supuestos y las premisas de otras teorías, con lo cual se crea una comprensión coherente en toda una variedad de fenómenos y disciplinas. Sin embargo, a veces una nueva teoría cambia radicalmente cómo se entienden o se formulan conceptos esenciales, lo cual afecta a otras teorías y causa lo que a veces se denomina un “cambio de paradigma” en las ciencias. Uno de los cambios de paradigma más conocidos sucedió con la teoría de la relatividad de Einstein, cuando nuestra idea de tiempo cambió de un marco absoluto de referencia a un marco de referencia dependiente del observador. La teoría de la evolución por selección natural, de Darwin, también cambió nuestra comprensión de la vida en la Tierra.
- 2.4. Las leyes son enunciados descriptivos y normativos que se derivan de observar patrones regulares de conducta. En general tienen forma matemática y se pueden utilizar para calcular resultados y hacer predicciones. Como las teorías y las hipótesis, las leyes no se pueden demostrar. Las leyes científicas pueden tener excepciones, y pueden modificarse o rechazarse a partir de nuevas pruebas. Las leyes no necesariamente explican un fenómeno. Por ejemplo, la ley de gravitación universal de Newton nos dice que la fuerza entre dos masas es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa y nos permite calcular la fuerza entre masas sea cual sea la distancia entre ellas, pero no explica por qué las masas se atraen entre sí. Además, se debe tener en cuenta que el término “ley” se ha utilizado de diferentes maneras en la ciencia, y que si una idea en particular se denomina ley puede ser en parte a causa de la disciplina y del período histórico en los que se desarrolló.
- 2.5. A veces los científicos formulan hipótesis, que son enunciados explicativos acerca del mundo que pueden ser verdaderos o falsos, y que a menudo sugieren una relación causal o una correlación entre factores. La validez de las hipótesis puede comprobarse mediante experimentos y observaciones del mundo natural, y pueden apoyarse o rechazarse.
- 2.6. Para ser científica, una idea (por ejemplo, una teoría o una hipótesis) debe centrarse en el mundo natural, y las explicaciones naturales deben poder someterse a prueba. Los científicos procuran desarrollar hipótesis y teorías que sean compatibles con principios aceptados y que simplifiquen y unifiquen ideas existentes.
- 2.7. El principio de la navaja de Occam se utiliza como guía para desarrollar una teoría. La teoría debe ser lo más sencilla posible y al mismo tiempo tener la máxima capacidad de explicación.
- 2.8. Las ideas de correlación y causa son muy importantes en la ciencia. Una correlación es una asociación o vínculo estadístico entre una variable y otra. Las correlaciones pueden ser positivas o negativas, y se puede calcular un coeficiente de correlación que tenga un valor entre +1, 0 y -1. Una fuerte correlación (positiva o negativa) entre un factor y otro indica algún tipo de relación causal entre los dos factores

pero normalmente hace falta obtener más pruebas para que los científicos acepten la idea de una relación causal. Para establecer una relación causal (es decir, que un factor causa otro), los científicos deben tener un mecanismo científico verosímil que vincule los factores. De esta manera se refuerza el argumento de que uno causa el otro, por ejemplo: fumar y el cáncer de pulmón. Este mecanismo puede someterse a prueba en experimentos.

- 2.9. La situación ideal es investigar la relación entre un factor y otro mientras se controlan los factores restantes en un entorno experimental. Sin embargo, a menudo esto es imposible y los científicos, especialmente en biología y medicina, utilizan muestras, estudios de cohorte y estudios de casos y controles para reforzar su comprensión de la causalidad cuando no es posible realizar experimentos (como estudios a doble ciego y ensayos clínicos). En el terreno de la medicina, la epidemiología implica el análisis estadístico de datos para descubrir posibles correlaciones cuando no hay disponible mucho conocimiento científico establecido, o cuando es demasiado difícil controlar las circunstancias en su totalidad. En este caso, como en otros campos, el análisis matemático de probabilidades también desempeña un papel.

3. La objetividad de las ciencias

- 3.1. Los datos son fundamentales para los científicos, y pueden ser cualitativos o cuantitativos. Los datos pueden obtenerse a partir de observaciones o a partir de experimentos específicamente diseñados, mediante el uso de sensores electrónicos a distancia o mediante la toma de mediciones directas. Los mejores datos para realizar descripciones y predicciones exactas y precisas son a menudo cuantitativos y se prestan al análisis matemático. Los científicos analizan datos y buscan patrones, tendencias y discrepancias para intentar descubrir relaciones y establecer relaciones causales. Esto no siempre es posible: identificar y clasificar observaciones y objetos (p. ej., tipos de galaxias o fósiles) sigue siendo un aspecto importante del trabajo científico.
- 3.2. Tomar varias mediciones y realizar una gran cantidad de lecturas puede mejorar la fiabilidad de la obtención de datos. Los datos pueden presentarse en varios formatos, como gráficos lineales y logarítmicos que se pueden analizar para, por ejemplo, averiguar la proporción directa o inversa, o para hallar relaciones de potencia.
- 3.3. Los científicos deben ser conscientes de errores aleatorios y de errores sistemáticos, y utilizar técnicas como las barras de error y líneas de mejor ajuste en los gráficos para mostrar los datos de la forma más realista y precisa posible. Es necesario considerar si deben descartarse o no los valores atípicos de los puntos de datos.
- 3.4. Los científicos deben comprender la diferencia entre errores e incertidumbres, exactitud y precisión; asimismo, deben comprender y utilizar las ideas matemáticas de media, promedio, mediana, moda, etc. A menudo se utilizan métodos estadísticos como la desviación típica y pruebas de chi-cuadrado. Es importante ser capaz de evaluar el nivel de precisión de un resultado. Una parte clave de la capacitación y la pericia de los científicos consiste en ser capaces de decidir qué técnica es adecuada en diferentes circunstancias.
- 3.5. También es muy importante que los científicos sean conscientes de los sesgos cognitivos que pueden afectar al diseño y a la interpretación de experimentos. El sesgo de confirmación, por ejemplo, es un sesgo cognitivo bien documentado que nos incita a rechazar datos que son inesperados o que no se adaptan a nuestros deseos o expectativas, así como a aceptar datos que concuerdan con dichos deseos o expectativas. Los procesos y las metodologías de la ciencia están en gran medida diseñados para tener en cuenta estos sesgos. Sin embargo, siempre se debe procurar evitarlos.
- 3.6. Aunque los científicos nunca pueden tener la certeza de que un resultado o un hallazgo sea correcto, sabemos que algunos resultados científicos se acercan mucho a la certidumbre. Al hablar de resultados, a menudo los científicos hablan de "niveles de confianza". El descubrimiento de la existencia de un

bosón de Higgs es un ejemplo de “nivel de confianza”. Puede que esta partícula nunca se pueda observar de manera directa, pero para establecer su “existencia”, los físicos de partículas tuvieron que regirse por la definición autoimpuesta de qué puede considerarse un descubrimiento: el “nivel de certeza” 5-sigma, o aproximadamente una probabilidad del 0,00003% de que el efecto no sea real sobre la base de pruebas experimentales.

- 3.7. En las últimas décadas, el desarrollo de la potencia de los computadores, de la tecnología de sensores y de las redes han permitido a los científicos recabar grandes cantidades de datos. Continuamente se descargan caudales de datos procedentes de diversas fuentes, como satélites de teledetección y sondas espaciales, y se generan grandes cantidades de datos en máquinas de secuenciación de genes. Los experimentos que se realizan en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN producen con regularidad 23 petabytes de datos (lo cual equivale a 13,3 años de contenido de televisión de alta definición) por segundo.
- 3.8. La investigación implica analizar grandes cantidades de estos datos, que están almacenados en bases de datos, para buscar patrones y sucesos extraordinarios. Esto debe realizarse mediante el uso de software que generalmente desarrollan los científicos implicados. Puede que los datos y el software no se publiquen con los resultados científicos, pero se puede poner a disposición de otros investigadores.

4. La faceta humana de la ciencia

- 4.1. La ciencia es una actividad colaborativa, y la comunidad científica se compone de personas que trabajan en la ciencia, la ingeniería y la tecnología. Es habitual trabajar en equipos multidisciplinares de tal modo que distintas áreas de conocimiento y especialización puedan contribuir a un objetivo común que va más allá de un único campo científico. También se da el caso de que la forma de enfocar un problema dentro del paradigma de una disciplina puede limitar posibles soluciones, por lo cual puede ser muy útil enfocar los problemas mediante el uso de varias perspectivas en las que sean posibles nuevas soluciones.
- 4.2. Este tipo de trabajo en equipo se da bajo la concepción común de que la ciencia debe ser de mentalidad abierta e independiente de religiones, culturas, políticas, nacionalidades, edades y sexos. La ciencia implica el libre intercambio de información e ideas a nivel mundial. Como seres humanos, los científicos pueden tener sus sesgos y prejuicios, pero las instituciones, las prácticas y las metodologías de la ciencia contribuyen a que la actividad científica en su conjunto sea ecuánime.
- 4.3. Además de colaborar en el intercambio de resultados, los científicos trabajan diariamente en equipo tanto a pequeña como a gran escala. Dicho trabajo conjunto es tanto intradisciplinario como interdisciplinario y es frecuente que se dé entre distintos laboratorios, organizaciones y países. Las comunicaciones virtuales facilitan aún más esta colaboración. Algunos ejemplos de colaboración a gran escala son:
 - El Proyecto Manhattan, cuyo objetivo fue construir y probar una bomba atómica. Con el tiempo, en dicho proyecto participaron más de 130.000 personas, que dio como resultado la creación de varios centros de producción e investigación que operaban en secreto y que culminó con el lanzamiento de dos bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki.
 - El Proyecto Genoma Humano, que fue un proyecto de investigación internacional cuyo objetivo fue determinar el mapa del genoma humano. Este proyecto, en el que se invirtieron aproximadamente 3.000 millones de dólares estadounidenses, comenzó en 1990 y produjo una versión preliminar del genoma humano en el año 2000. La secuencia del ADN está almacenada en bases de datos disponibles libremente en Internet.
 - El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), organizado bajo el auspicio de las Naciones Unidas, está compuesto oficialmente por 2.500 científicos que producen informes en los que se resume el trabajo de muchos más científicos de todo el mundo.

- La Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN, por sus siglas en francés), una organización internacional fundada en 1954, es el laboratorio de física de partículas más grande del mundo. El laboratorio, situado en Ginebra, cuenta con aproximadamente 2.400 empleados y comparte resultados con 10.000 científicos e ingenieros de más de 100 nacionalidades y de más de 600 universidades y centros de investigación.

Todos estos ejemplos son controvertidos en cierta medida y han generado reacciones contrapuestas tanto entre los científicos como entre la población en general.

- 4.4. Los científicos emplean una considerable cantidad de tiempo leyendo los resultados publicados de otros científicos. Estos publican sus propios resultados en revistas científicas después de pasar por un proceso denominado "revisión por pares" (*peer review*). En este proceso varios científicos revisan de manera anónima e independiente el trabajo de un científico o, lo que es más habitual, de un equipo de científicos. Los revisores trabajan en el mismo campo que los autores y deciden si las metodologías de investigación son apropiadas y si el trabajo representa una nueva contribución al conocimiento en ese campo. Los científicos también acuden a conferencias para hacer presentaciones y mostrar pósteres de su trabajo. La publicación en Internet de revistas científicas con artículos revisados por pares ha aumentado la eficacia con la que se puede buscar y acceder a la literatura científica. Hay una gran cantidad de organizaciones nacionales e internacionales de científicos que trabajan en áreas especializadas dentro de determinadas disciplinas.
- 4.5. A menudo los científicos trabajan en áreas, o llegan a conclusiones, que tienen importantes implicaciones éticas y políticas. Algunas de dichas áreas son la clonación, la manipulación genética de alimentos y organismos, las células madre y las tecnologías reproductivas, la energía nuclear, el desarrollo de armas (nucleares, químicas y biológicas), el trasplante de tejidos y órganos, y áreas que implican realizar experimentos con animales (véase la *Política del IB sobre la experimentación con animales*). También hay cuestiones relacionadas con los derechos de propiedad intelectual y el libre intercambio de información que pueden afectar significativamente a una sociedad. La actividad científica se lleva a cabo en universidades, empresas comerciales, organizaciones gubernamentales, organismos de defensa y organizaciones internacionales. Las cuestiones relacionadas con patentes y derechos de propiedad intelectual surgen cuando el trabajo se realiza en un entorno protegido.
- 4.6. La integridad y la presentación fiel de los datos son fundamentales en las ciencias: los resultados no se deben arreglar, manipular ni alterar. Para contribuir a asegurar la probidad académica y evitar los plagios, se citan todas las fuentes y toda ayuda o apoyo recibidos. La revisión inter pares y el escrutinio y el escepticismo de la comunidad científica también ayudan a alcanzar esas metas.
- 4.7. Las ciencias necesitan financiarse, y la fuente de la financiación es crucial para las decisiones acerca del tipo de investigación que se va a realizar. La financiación por parte de gobiernos y fundaciones sin ánimo de lucro a veces no tiene otro objetivo aparente que la investigación en sí, mientras que la financiación por parte de empresas privadas a menudo se destina a investigaciones aplicadas destinadas a crear o desarrollar un producto o una tecnología en particular. Muchas veces hay factores políticos y económicos que determinan la naturaleza y la medida de la financiación. En numerosas ocasiones, los científicos deben emplear tiempo en solicitar financiación para sus proyectos de investigación y exponer los fundamentos de dichos proyectos.
- 4.8. La ciencia se han utilizado para resolver muchos problemas y mejorar la situación del ser humano, pero también se ha usado de manera moralmente cuestionable y de formas que han causado problemas accidentalmente. Los avances en saneamiento, suministro de agua limpia e higiene conllevaron un significativo descenso en el índice de mortalidad lo que, sumado a la falta de reducciones compensatorias en el índice de natalidad, trajo consigo grandes aumentos de población, con todos los problemas de recursos y suministro de alimentos y energía que esto implica. Las discusiones sobre aspectos éticos, los análisis de riesgos y beneficios, la evaluación de riesgos y el principio de precaución forman parte de la manera científica de abordar el bien común.

5. Alfabetización científica y la percepción de la ciencia por parte de la sociedad

- 5.1. Comprender la naturaleza de la ciencia resulta fundamental cuando la sociedad debe tomar decisiones que implican hallazgos y problemas de índole científica. ¿Cómo juzga la población general? Tal vez no sea posible realizar juicios partiendo de la base de la comprensión directa de la población general sobre una ciencia, pero sí se pueden plantear preguntas importantes sobre si se siguen procesos científicos, y los científicos son los encargados de responder dichas preguntas.
- 5.2. Como expertos en sus respectivos campos, los científicos se encuentran en una buena posición para explicar a la población sus problemas y sus hallazgos. Fuera de sus campos de especialización, es posible que no estén más capacitados que cualquier otro ciudadano común para aconsejar sobre cuestiones científicas, si bien su comprensión de los procesos científicos puede ayudarlos a tomar decisiones personales y a informar a terceras personas acerca de si determinadas afirmaciones son creíbles desde un punto de vista científico.
- 5.3. Además de saber cómo trabajan y piensan los científicos, la alfabetización científica implica ser consciente de los razonamientos incorrectos. Las personas (incluidos los científicos) son susceptibles a caer en sesgos cognitivos o falacias de razonamiento, y esto debe corregirse siempre que sea posible. Algunos ejemplos son el sesgo de confirmación, generalizaciones precipitadas, *post hoc ergo propter hoc* (causalidad falsa), la falacia del hombre de paja, redefinición (cambiar las reglas del juego cuando ha comenzado la partida), apelar a la tradición, falsa autoridad y la acumulación de anécdotas que se consideran pruebas.
- 5.4. Cuando dichos sesgos y falacias no se corrigen o se controlan debidamente, o cuando los procesos y las comprobaciones de las ciencias se pasan por alto o se aplican incorrectamente, el resultado son las pseudociencias. Pseudociencia es el término que se aplica a aquellas creencias y prácticas que dicen ser científicas pero que no cumplen o no siguen las normas de las metodologías científicas correctas. En otras palabras, les faltan pruebas o un marco teórico, no siempre se pueden someter a comprobaciones y por lo tanto son falsificables, se expresan de forma no rigurosa o poco clara y a menudo no cuentan con el respaldo de pruebas científicas.
- 5.5. Otra cuestión clave es el uso de una terminología pertinente. Las palabras que los científicos acuerdan como términos científicos a menudo tienen un significado diferente en la vida cotidiana, y hay que tener esto en cuenta en el discurso científico dirigido a la sociedad en general. Por ejemplo, en su uso cotidiano, la palabra "teoría" significa "especulación", pero en la ciencia una teoría aceptada es una idea científica que ha generado predicciones a las que se han puesto a prueba de manera rigurosa. Para la población general, "aerosol" es una lata con un dispositivo especial para pulverizar el líquido que contiene, pero en las ciencias es un gas con partículas sólidas o líquidas en suspensión.
- 5.6. Independientemente del terreno científico (ya sea en investigación pura, investigación aplicada, o en trabajos de ingeniería para crear o desarrollar nuevas tecnologías) existen infinitas oportunidades para el pensamiento creativo e imaginativo. Las ciencias han alcanzado una gran cantidad de logros, pero hay muchísimas preguntas sin respuesta que esperan a los futuros científicos.

El diagrama de flujo que aparece a continuación muestra el proceso científico de la indagación en la práctica. Puede acceder a la versión interactiva de este diagrama en la página "How science works: The flowchart." del sitio web *Understanding Science*. <<http://undsci.berkeley.edu/article/scienceflowchart>>. University of California Museum of Paleontology. [Consulta: 1 de febrero de 2013].

Cómo funciona la ciencia

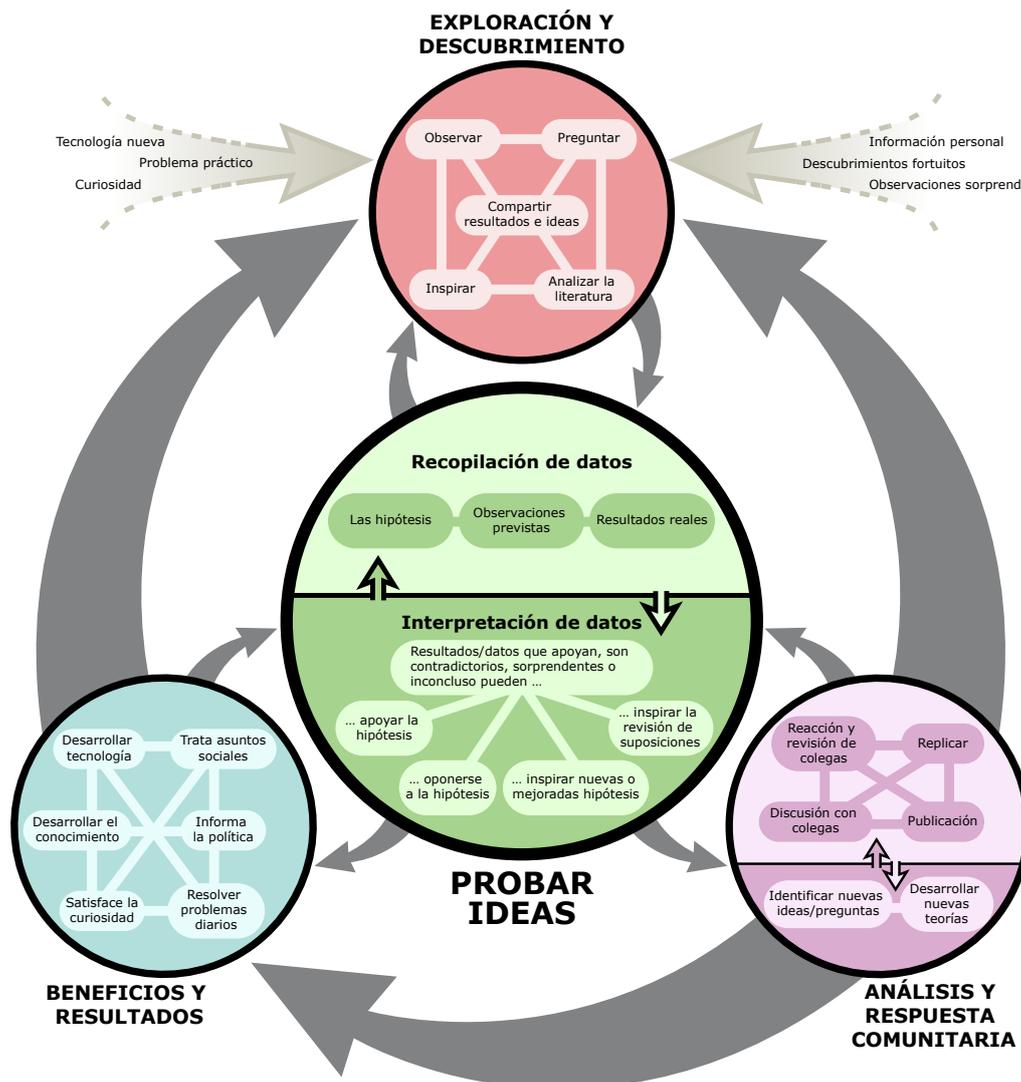


Figura 2
Rutas hacia el descubrimiento científico

Naturaleza de la química

La química es una ciencia experimental que combina el estudio académico con la adquisición de destrezas prácticas y de investigación. Se la conoce como “la ciencia fundamental”, porque los principios químicos son la base del medio físico en el que vivimos y de todos los sistemas biológicos. Además de ser una disciplina digna de ser estudiada en sí misma, constituye un requisito previo para otros cursos de educación universitaria como medicina, ciencias biológicas y ciencias ambientales, y también es útil como preparación para la vida laboral.

La tierra, el agua, el aire y el fuego son los cuatro elementos de la antigüedad clásica y guardan relación con el hinduismo y el budismo. El filósofo griego Platón fue el primero en denominar elementos a estas entidades. El estudio de la química ha cambiado drásticamente desde sus orígenes en la época de los alquimistas, que tenían como objetivo la transmutación de metales comunes en oro. Pese a que en la actualidad no se considera que los alquimistas fuesen auténticos científicos, las raíces de la química moderna se remontan al estudio de la alquimia. Los alquimistas fueron de los primeros en desarrollar estrictos procesos de experimentación y técnicas de laboratorio. Robert Boyle, a menudo considerado padre de la química moderna, comenzó en la alquimia sus experimentos.

A pesar del apasionante y extraordinario desarrollo de las ideas a lo largo de la evolución de la química, ciertas cosas han permanecido intactas. La observación sigue siendo un elemento esencial para la disciplina, y a veces se requiere decidir el objeto de la búsqueda. Los procesos científicos que siguieron los más eminentes científicos en el pasado son los mismos que utilizan los químicos contemporáneos y también, de manera crucial, pueden ser empleados por los alumnos en el colegio. El cuerpo de conocimientos científicos ha crecido en tamaño y complejidad, y las herramientas y habilidades tanto en la teoría como en el área experimental de la química se han especializado tanto que resulta difícil, si no imposible, mantener un nivel alto de competencia en ambas áreas. A la vez que ser conscientes de ello, los alumnos deberán saber también que los vínculos entre ambos campos se mantienen a través del libre y rápido intercambio de ideas teóricas y resultados experimentales, por medio de las publicaciones científicas.

El curso de Química del Programa del Diploma incluye los principios fundamentales de la disciplina y además, mediante la selección de una opción, ofrece a los profesores flexibilidad para diseñar sus cursos de acuerdo con las necesidades de sus alumnos. El curso se ofrece en el Nivel Medio (NM) y en el Nivel Superior (NS). Por consiguiente, está dirigido tanto a los alumnos que deseen estudiar química como su principal disciplina en la educación universitaria como a los que no.

En el nivel escolar, todos los alumnos deben abordar tanto la teoría como los experimentos. Estos deberían complementarse mutuamente con naturalidad, tal como ocurre en el conjunto de la comunidad científica. El curso de Química del Programa del Diploma permite que los alumnos adquieran habilidades y técnicas tradicionales, y que aumenten su competencia en el uso de las matemáticas, que es el lenguaje de las ciencias. También hace posible que desarrollen habilidades interpersonales y competencia en el uso de tecnologías digitales. Estas competencias son esenciales para desenvolverse en el ámbito científico del siglo XXI y constituyen en sí mismas importantes herramientas para mejorar la calidad de vida de las personas.

Enfoque de la enseñanza

La enseñanza de la química se puede abordar de diversas maneras. Por su propia naturaleza, la química se presta a la aplicación de un método experimental y se espera que esto se refleje a lo largo del curso.

El orden que siguen los temas en el programa de estudios **no** es indicativo del orden en el que se deben impartir; queda a la elección de cada profesor la ordenación que mejor se adapte a sus circunstancias. Las secciones de las opciones se pueden impartir dentro de los temas troncales o de los temas adicionales del NS (TANS), y también se pueden impartir como una unidad aparte.

Las ciencias y la dimensión internacional

La ciencia es una actividad internacional por naturaleza: el intercambio de información e ideas entre distintos países ha sido fundamental para su progreso. Este intercambio no es un fenómeno nuevo, pero se ha acelerado en los últimos tiempos con el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La idea de que la ciencia es un invento occidental es un mito: muchas de las bases de la ciencia moderna fueron establecidas hace muchos siglos por las civilizaciones árabe, india y china, entre otras. Se alienta a los profesores a que destaquen esta contribución al impartir diversos temas, por ejemplo, mediante sitios web que muestren la evolución cronológica de los avances científicos. El método científico en su sentido más amplio, con su énfasis en la revisión por pares, la mentalidad abierta y la libertad de pensamiento, trasciende la política, la religión, el sexo y la nacionalidad. Cuando corresponde en algunos temas, las secciones detalladas del programa de estudios de las guías del Grupo 4 contienen vínculos que ilustran los aspectos internacionales de la ciencia.

Actualmente existen numerosos organismos internacionales que fomentan la investigación científica. Las Naciones Unidas cuentan con conocidos organismos, como la UNESCO, el PNUMA y la OMM, en los que la ciencia desempeña una función prominente, pero existen, además de los mencionados, cientos de organismos internacionales que representan a todas las ramas de la ciencia. La infraestructura necesaria para la investigación a gran escala, como por ejemplo en los experimentos de física de partículas y el Proyecto Genoma Humano, es costosa y su financiación solo es posible mediante inversiones conjuntas de muchos países. Científicos de todo el mundo comparten los datos obtenidos en estas investigaciones. Se alienta a los profesores y a los alumnos del Grupo 4 a que accedan a los amplios sitios web y bases de datos de estos organismos científicos internacionales para que aprecien mejor la dimensión internacional.

Cada vez se reconoce más que numerosos problemas científicos son de naturaleza internacional, lo que ha impulsado la adopción de una perspectiva global en muchos ámbitos de investigación. Un ejemplo destacado son los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. En el terreno práctico, el proyecto del Grupo 4 (que deben realizar todos los alumnos de Ciencias Experimentales) se asemeja al trabajo realizado por científicos profesionales, al fomentar la colaboración entre colegios de regiones diferentes.

El conocimiento científico tiene una capacidad sin parangón para transformar las sociedades. Puede proporcionar grandes ventajas a la humanidad o reforzar las desigualdades y producir daños a las personas y al medio ambiente. En consonancia con la declaración de principios del IB, los alumnos que cursan las asignaturas del Grupo 4 deben ser conscientes de la responsabilidad moral que tienen los científicos de garantizar el acceso a los conocimientos y datos científicos de forma equitativa para todos los países y de que estos dispongan de los recursos para utilizar esta información en pos del desarrollo de sociedades sustentables.

Se debe pedir a los alumnos que dirijan su atención a las secciones del programa de estudios que tengan vínculos con la mentalidad internacional. En los subtemas del contenido del programa de estudios se dan ejemplos de cuestiones relacionadas con la mentalidad internacional. Los profesores también pueden utilizar los recursos que se encuentran en el sitio **Compromiso global** (<http://globalengage.ibo.org/>).

Diferencias entre el NM y el NS

Los alumnos que estudian las asignaturas del Grupo 4 en el Nivel Medio (NM) y el Nivel Superior (NS) cursan un programa de estudios con temas troncales comunes, siguen un plan común de evaluación interna y estudian opciones que presentan algunos elementos en común. Se les ofrece un programa de estudios que fomenta el desarrollo de determinados atributos, habilidades y actitudes, según se describe en la sección “Objetivos de evaluación” de la presente guía.

Aunque las habilidades y actividades de las asignaturas del Grupo 4 (Ciencias) son comunes para los alumnos del NM y del NS, los alumnos del NS deben estudiar algunos temas en mayor profundidad en el material de temas adicionales del NS (TANS) y en las opciones comunes. El NM y el NS se diferencian en amplitud y en profundidad.

Conocimientos previos

La experiencia con las asignaturas del Grupo 4 ha demostrado que los alumnos sin estudios ni conocimientos previos sobre ciencias serán capaces de cursar con éxito estas asignaturas en el NM. En este sentido, lo importante será su actitud ante el aprendizaje, caracterizada por los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB.

No obstante, si bien no se pretende restringir el acceso a las asignaturas del Grupo 4, los alumnos que se planteen cursar una asignatura del Grupo 4 en el NS deberán contar con cierta experiencia anterior en educación científica formal. No se especifican temas concretos, aunque los alumnos que hayan cursado el Programa de los Años Intermedios (PAI) o que hayan realizado estudios afines con orientación científica o un curso de ciencias en el colegio estarán suficientemente preparados para una asignatura del NS.

Vínculos con el Programa de los Años Intermedios

Los alumnos que hayan realizado los cursos de Ciencias, Diseño y Matemáticas del PAI estarán bien preparados para cursar las asignaturas del Grupo 4. La coherencia entre Ciencias del PAI y los cursos del Grupo 4 del PD permite a los alumnos una transición sin complicaciones de un programa al otro. La planificación simultánea de los nuevos cursos del Grupo 4 y el proyecto “Programa de los Años Intermedios: el siguiente capítulo” (ambos lanzados en 2014) ha contribuido a una coherencia aún mayor entre el PAI y el PD.

La indagación científica es fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el PAI. Capacita a los alumnos para desarrollar una manera de pensar y un conjunto de habilidades y procesos que, además de permitirles adquirir y utilizar conocimientos, los dota de las habilidades necesarias para abordar con confianza el componente de evaluación interna de las asignaturas del Grupo 4. Las asignaturas de Ciencias del PAI aspiran a contribuir al desarrollo de los alumnos como miembros de la comunidad de aprendizaje del siglo XXI. Un programa de ciencias con un enfoque holístico permite a los alumnos desarrollar y utilizar una combinación de habilidades cognitivas, destrezas sociales, motivación personal, conocimiento conceptual y competencias de resolución de problemas dentro de un entorno de aprendizaje basado en la indagación (Rhoton 2010). El objetivo de la indagación es servir de apoyo a la comprensión de los alumnos proporcionándoles oportunidades de explorar de manera independiente y colaborativa cuestiones pertinentes mediante la investigación y la experimentación. Esto forma una firme base de comprensión científica con profundas raíces conceptuales para los alumnos que van a estudiar los cursos del Grupo 4.

En el PAI, los profesores toman decisiones acerca del logro de los alumnos empleando su juicio profesional y con la orientación de criterios que son públicos, precisos y conocidos de antemano para garantizar así que la

evaluación sea transparente. Con este enfoque, el trabajo de los alumnos se evalúa en relación con niveles de logro determinados y no en relación con el trabajo de otros alumnos. Es importante hacer hincapié en que la finalidad más importante de la evaluación del PAI (coherente con el PEP y el PD) es apoyar los objetivos del currículo y fomentar un aprendizaje adecuado por parte de los alumnos. Las evaluaciones se basan en los objetivos generales y de evaluación del curso y, por tanto, una enseñanza eficaz dirigida a cumplir los requisitos del curso también asegurará que se cumplan los requisitos de evaluación formal. Los alumnos deben comprender qué son las normas, las aplicaciones concretas y las expectativas de evaluación; estos elementos deben presentarse de manera natural cuanto antes en la enseñanza, así como en las actividades de clase y en las tareas para hacer en el hogar. Tener experiencia en la evaluación por criterios ayuda en gran medida a que los alumnos que empiezan a estudiar asignaturas del Grupo 4 del PD comprendan los requisitos de evaluación interna.

El currículo de Ciencias del PAI, basado en conceptos, busca ayudar al alumno a construir significados mediante la mejora del pensamiento crítico y la transferencia de conocimientos. En el nivel más alto se encuentran los **conceptos clave**, que son ideas importantes, amplias y organizadoras que tienen pertinencia dentro del curso de Ciencias, pero que también lo trascienden y son pertinentes a otros grupos de asignaturas. Estos conceptos clave facilitan el aprendizaje disciplinario, el aprendizaje interdisciplinario y las conexiones con otras asignaturas. Mientras que los conceptos clave aportan amplitud, los **conceptos relacionados** de Ciencias del PAI añaden profundidad al programa. El concepto relacionado puede considerarse como la “gran idea” de la unidad que aporta orientación y profundidad y que dirige a los alumnos hacia la comprensión conceptual.

En el PAI hay 16 conceptos clave, y los tres que aparecen resaltados a continuación sirven de eje a Ciencias del PAI.

Conceptos clave en el currículo del PAI			
Estética	Cambio	Comunicación	Comunidades
Conexiones	Creatividad	Cultura	Desarrollo
Forma	Interacciones globales	Identidad	Lógica
Perspectiva	Relaciones	Sistemas	Tiempo, lugar y espacio

Además, los alumnos del PAI pueden realizar una evaluación electrónica opcional y basada en conceptos como preparación adicional para los cursos de Ciencias del PD.

Ciencias y Teoría del Conocimiento

El curso de Teoría del Conocimiento (TdC), cuya primera evaluación se celebrará en 2015, anima a los alumnos a reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento y la manera en la que conocemos lo que afirmamos saber. El curso identifica ocho formas de conocimiento: lenguaje, percepción sensorial, emoción, razón, imaginación, fe, intuición y memoria. Los alumnos exploran estos medios de producir conocimiento dentro del contexto de varias áreas de conocimiento: las ciencias naturales, las ciencias humanas, las artes, la ética, la historia, las matemáticas, los sistemas de conocimiento religiosos, y los sistemas de conocimiento indígenas. El curso también requiere que los alumnos comparen las distintas áreas de conocimiento y que reflexionen sobre cómo se alcanza el conocimiento en las distintas disciplinas, qué tienen en común las disciplinas, y las diferencias entre estas.

Las lecciones de TdC pueden ayudar a los alumnos en su estudio de las ciencias, así como el estudio de las ciencias puede ayudar a los alumnos en sus cursos de TdC. TdC proporciona a los alumnos un espacio en el que participar en discusiones amplias y estimulantes acerca de cuestiones como qué significa para una disciplina ser una ciencia, o si debería haber límites éticos en la búsqueda de conocimientos científicos. Además, permite a los alumnos reflexionar sobre las metodologías de las ciencias y compararlas con las de otras áreas de conocimiento. En la actualidad está ampliamente aceptado que no existe un único método científico, en el sentido estricto definido por Popper, sino que las ciencias emplean una variedad de enfoques para encontrar explicaciones sobre el funcionamiento de la naturaleza. Las distintas disciplinas científicas tienen en común el uso del razonamiento inductivo y deductivo, la importancia de las pruebas, etc. Se anima a los alumnos a comparar y contrastar estos métodos con los métodos que se encuentran en, por ejemplo, las artes o la historia.

De esta manera se dan amplias oportunidades para que los alumnos establezcan vínculos entre sus cursos de Ciencias y TdC. Una forma en que los profesores pueden ayudar a los alumnos a establecer dichos vínculos con TdC es llamar la atención de estos hacia preguntas de conocimiento que surjan del contenido de la asignatura. Las preguntas de conocimiento son preguntas abiertas y a continuación se dan algunos ejemplos:

- ¿Cómo se distingue la ciencia de la pseudociencia?
- Al realizar experimentos, ¿qué relación hay entre las expectativas del científico y su percepción?
- ¿Cómo progresa el conocimiento científico?
- ¿Qué papel desempeñan la imaginación y la intuición en las ciencias?
- ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias en los métodos de las ciencias naturales y las ciencias humanas?

En los subtemas del contenido del programa de estudios de esta guía se dan ejemplos de preguntas de conocimiento pertinentes. Además, los profesores pueden encontrar sugerencias de preguntas de conocimiento interesantes en las secciones "Áreas de conocimiento" y "El marco de conocimiento" de la *Guía de Teoría del Conocimiento*. Se debe animar a los alumnos a plantear y discutir tales preguntas de conocimiento tanto en las clases de Ciencias como en las de TdC.

Objetivos generales

Objetivos generales del Grupo 4

Mediante el estudio de la Biología, la Física o la Química, los alumnos deberán tomar conciencia de la forma en que los científicos trabajan y se comunican entre ellos. Si bien el método científico puede adoptar muy diversas formas, es el enfoque práctico, mediante trabajos experimentales, lo que caracteriza a estas asignaturas.

Mediante el tema dominante de naturaleza de la ciencia, los objetivos generales permiten a los alumnos:

1. Apreciar el estudio científico y la creatividad dentro de un contexto global mediante oportunidades que los estimulen y los desafíen intelectualmente
2. Adquirir un cuerpo de conocimientos, métodos y técnicas propios de la ciencia y la tecnología
3. Aplicar y utilizar un cuerpo de conocimientos, métodos y técnicas propios de la ciencia y la tecnología
4. Desarrollar la capacidad de analizar, evaluar y sintetizar la información científica
5. Desarrollar una toma de conciencia crítica sobre el valor y la necesidad de colaborar y comunicarse de manera eficaz en las actividades científicas
6. Desarrollar habilidades de experimentación y de investigación científicas, incluido el uso de tecnologías actuales
7. Desarrollar las habilidades de comunicación del siglo XXI para aplicarlas al estudio de la ciencia
8. Tomar conciencia crítica, como ciudadanos del mundo, de las implicaciones éticas del uso de la ciencia y la tecnología
9. Desarrollar la apreciación de las posibilidades y limitaciones de la ciencia y la tecnología
10. Desarrollar la comprensión de las relaciones entre las distintas disciplinas científicas y su influencia sobre otras áreas de conocimiento

Objetivos de evaluación

Los objetivos de evaluación de Biología, Química y Física reflejan aquellos aspectos de los objetivos generales que deben evaluarse de manera formal interna o externamente. Dichas evaluaciones se centrarán en la naturaleza de la ciencia. El propósito de estos cursos es que los alumnos alcancen los siguientes objetivos de evaluación:

1. Demostrar conocimiento y comprensión de:
 - a. Hechos, conceptos y terminología
 - b. Metodologías y técnicas
 - c. Cómo comunicar la información científica
2. Aplicar:
 - a. Hechos, conceptos y terminología
 - b. Metodologías y técnicas
 - c. Métodos de comunicar la información científica
3. Formular, analizar y evaluar:
 - a. Hipótesis, problemas de investigación y predicciones
 - b. Metodologías y técnicas
 - c. Datos primarios y secundarios
 - d. Explicaciones científicas
4. Demostrar las aptitudes de investigación, experimentación y personales necesarias para llevar a cabo investigaciones perspicaces y éticas.

Resumen del programa de estudios

Componente del programa	Horas lectivas recomendadas	
	NM	NS
Temas troncales	95	
1. Relaciones estequiométricas	13,5	
2. Estructura atómica	6	
3. Periodicidad	6	
4. Enlace químico y estructura	13,5	
5. Energía/termoquímica	9	
6. Cinética química	7	
7. Equilibrio	4,5	
8. Ácidos y bases	6,5	
9. Procesos rédox	8	
10. Química orgánica	11	
11. Medición y procesamiento de datos	10	
Temas adicionales del Nivel Superior (TANS)		60
12. Estructura atómica		2
13. La tabla periódica: metales de transición		4
14. Enlace químico y estructura		7
15. Energía/termoquímica		7
16. Cinética química		6
17. Equilibrio		4
18. Ácidos y bases		10
19. Procesos rédox		6
20. Química orgánica		12
21. Medición y análisis		2
Opciones	15	25
A. Materiales	15	25
B. Bioquímica	15	25
C. Energía	15	25
D. Química medicinal	15	25

Componente del programa	Horas lectivas recomendadas	
	NM	NS
Plan de trabajos prácticos	40	60
Trabajos prácticos	20	40
Investigación individual (evaluación interna)	10	10
Proyecto del Grupo 4	10	10
Total de horas lectivas	150	240

Se recomienda impartir 240 horas lectivas para completar los cursos de NS y 150 horas lectivas para completar los cursos de NM, tal como se indica en el documento titulado *Reglamento general del Programa del Diploma*, publicado en 2011 (página 4, artículo 8.2).

Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje de Química

Formato del programa de estudios

El formato de la sección del programa de estudios de las guías del Grupo 4 es el mismo para las asignaturas de Física, Química y Biología. Esta nueva estructura destaca y hace hincapié en los aspectos de enseñanza y aprendizaje.

Temas y opciones

Los temas están numerados y las opciones se identifican mediante una letra mayúscula (por ejemplo, "Tema 6: Cinética química", u "Opción D: Química medicinal").

Subtemas

Los subtemas están numerados de la siguiente manera: "6.1 Teoría de las colisiones y velocidades de reacción". El material de ayuda al profesor contiene más información y orientación acerca de la cantidad de horas lectivas.

Cada subtema comienza con una "idea fundamental". La idea fundamental es una interpretación perdurable que se considera parte de la comprensión de las ciencias por parte de la población general. A esto le sigue la sección "Naturaleza de la ciencia", en la que se dan ejemplos específicos en contexto en los que se ilustran algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia. Dichos ejemplos están directamente vinculados con referencias específicas de la sección "Naturaleza de la ciencia" de la guía para ayudar a los profesores a comprender el tema general que se vaya a abordar.

Bajo el tema preponderante de "Naturaleza de la ciencia" se encuentran dos columnas. En la primera columna hay tres apartados: "Comprensión", "Aplicaciones y habilidades" y "Orientación". En el apartado "Comprensión" se plantean las principales ideas generales que se deben enseñar. En "Aplicaciones y habilidades" se resumen las aplicaciones y las habilidades específicas que se desarrollarán a partir de la comprensión. Por último, en "Orientación" se informa acerca de los límites y la profundidad de tratamiento que se requiere tanto a profesores como a examinadores. El contenido del apartado "Naturaleza de la ciencia" (que se encuentra encima de las dos columnas), y el de la primera columna son elementos que se pueden evaluar. Además, como en el curso anterior, a partir del contenido de la segunda columna se evaluará la mentalidad internacional en las ciencias.

Por su parte, la segunda columna cuenta con los apartados "Mentalidad internacional", "Teoría del Conocimiento", "Utilización" y "Objetivos generales". En "Mentalidad internacional" se da a los profesores sugerencias de aspectos relacionados con la mentalidad internacional. En "Teoría del Conocimiento" se proporcionan ejemplos de preguntas de conocimiento de TdC (véase la *Guía de Teoría del Conocimiento* publicada en 2013) que se pueden utilizar para guiar a los alumnos en la preparación del ensayo de TdC. En el apartado "Utilización" se puede vincular el subtema con otras partes del programa de estudios de la asignatura, con otras guías de asignaturas del PD o con aplicaciones del mundo real. Finalmente, el apartado "Objetivos generales" indica cómo se abordan en el subtema determinados objetivos generales del Grupo 4.

Formato de la guía

Tema 1: <Título>

Idea fundamental: Aquí se indica la idea fundamental de cada subtema.

1.1 Subtema	
Naturaleza de la ciencia: Relaciona el subtema con el tema preponderante de naturaleza de la ciencia.	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta sección proporciona información específica acerca de los requisitos de contenido para cada subtema. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta sección da información sobre cómo los alumnos deben aplicar la comprensión. Por ejemplo, las aplicaciones podrían implicar demostrar cálculos matemáticos o habilidades prácticas. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta sección proporciona información específica y límites acerca de los requisitos de comprensión y aplicaciones y habilidades. Esta sección también incluye vínculos con secciones específicas del cuadernillo de datos. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ideas que los profesores pueden integrar fácilmente en sus clases. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ejemplos de preguntas de conocimiento de TdC. <p>Utilización: (incluye vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa)</p> <ul style="list-style-type: none"> Vínculos con otros temas de la <i>Guía de Química</i>, con varias aplicaciones del mundo real, y con otros cursos del Programa del Diploma. <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vínculos con los objetivos generales de las asignaturas del Grupo 4.

Técnicas experimentales del Grupo 4

“Lo que oigo, olvido. Lo que veo, recuerdo. Lo que hago, aprendo.”

Confucio

En cualquier curso del Grupo 4, la experiencia de los estudiantes en el aula, el laboratorio, o mediante el trabajo de campo constituye una parte fundamental de su aprendizaje. Las actividades prácticas permiten a los estudiantes interactuar con los fenómenos naturales y las fuentes secundarias de datos. Estas experiencias brindan a los estudiantes la oportunidad de diseñar sus investigaciones, recoger datos, adquirir técnicas de manipulación, analizar resultados, colaborar con colegas, y evaluar y comunicar sus hallazgos. Los experimentos se pueden usar para presentar un tema, investigar un fenómeno o permitir a los estudiantes considerar y examinar cuestiones y curiosidades.

La experimentación práctica proporciona a los estudiantes la oportunidad de recrear los mismos procesos que realizan los científicos. La experimentación ayuda a los alumnos a percibir la naturaleza del pensamiento científico y la investigación. Todas las teorías y leyes científicas comienzan con la observación.

Es importante que los alumnos participen en un programa práctico basado en la indagación que permita el desarrollo de la investigación científica. No es suficiente que los alumnos se limiten a seguir instrucciones y a reproducir un determinado procedimiento experimental, sino que se les deberá dar oportunidades de realizar una indagación genuina. Desarrollar habilidades de indagación científica dará a los alumnos

la capacidad de elaborar explicaciones basadas en pruebas fiables y en un razonamiento lógico. Una vez desarrolladas, estas habilidades de pensamiento de orden superior permitirán a los alumnos adoptar una actitud de aprendizaje durante toda su vida y conocer el mecanismo de las ciencias.

El plan de trabajos prácticos del colegio debe permitir a los alumnos experimentar toda la amplitud y profundidad del curso, incluidas las opciones. Dicho plan de trabajos prácticos también debe preparar a los alumnos para realizar la investigación individual que se requiere para la evaluación interna. El desarrollo de las técnicas de manipulación de los alumnos debe incluir que estos sean capaces de seguir instrucciones con exactitud y utilizar de forma segura, competente y metódica diversas técnicas y equipos.

La sección "Aplicaciones y habilidades" del programa de estudios enumera técnicas, experimentos y habilidades de laboratorio específicos que los alumnos deben aplicar en algún momento al estudiar las asignaturas del Grupo 4. En la sección "Objetivos generales" del programa de estudios se enumeran otras técnicas, experimentos y habilidades de laboratorio que se recomiendan. El objetivo general 6 de las asignaturas del Grupo 4 está directamente relacionado con el desarrollo de habilidades de experimentación e investigación.

Requisitos matemáticos

Todos los alumnos de Química del Programa del Diploma deberán ser capaces de:

- Realizar las operaciones aritméticas básicas: suma, resta, multiplicación y división
- Realizar cálculos con medias, decimales, fracciones, porcentajes, proporciones, aproximaciones y recíprocas
- Utilizar la notación científica (por ejemplo, $3,6 \times 10^6$)
- Utilizar la proporción directa e inversa
- Resolver ecuaciones algebraicas sencillas
- Dibujar gráficos (con escalas y ejes adecuados) con dos variables que muestren relaciones lineales o no lineales
- Interpretar gráficos, incluido el significado de pendientes, variación de pendientes, intersecciones con los ejes y áreas
- Interpretar datos presentados en diversas formas (por ejemplo, gráficos de barras, histogramas y gráficos circulares)

Cuadernillo de datos

El cuadernillo de datos debe considerarse parte esencial del programa de Química. Deberá utilizarse a lo largo del curso, y no solo durante las evaluaciones externas. El cuadernillo de datos contiene ecuaciones, constantes, datos, fórmulas estructurales y tablas de información útiles. En el programa de estudios de la guía de la asignatura hay referencias directas a información del cuadernillo de datos que permitirá a los alumnos familiarizarse con su uso y contenido. Se recomienda utilizar el cuadernillo de datos tanto en las clases como en las evaluaciones que se realicen en el colegio.

En las evaluaciones externas tanto de NM como de NS, el cuadernillo de datos no se puede utilizar en la prueba 1, pero se proporciona a los alumnos una copia de la tabla periódica que aparece en la sección 6 del cuadernillo. Para las pruebas 2 y 3 se proporcionará a los alumnos copias del cuadernillo de datos sin ningún tipo de anotación.

Uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones

Se fomenta el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en todos los aspectos del curso, tanto en el programa práctico como en las actividades cotidianas de clase. Los profesores deben utilizar las páginas de TIC de los respectivos materiales de ayuda al profesor.

Planificación del curso

El programa de estudios que se proporciona en la guía de la asignatura no pretende establecer un orden para la enseñanza, sino detallar lo que debe cubrirse antes del final del curso. Cada colegio debe desarrollar un plan de trabajo que resulte óptimo para sus alumnos. Por ejemplo, el plan de trabajo puede realizarse de tal modo que coincida con los recursos disponibles, que tenga en cuenta la experiencia y los conocimientos previos de los alumnos, o puede elaborarse teniendo en cuenta otros requisitos locales.

Los profesores de NS tienen la posibilidad de enseñar los temas troncales y los temas adicionales del NS (TANS) al mismo tiempo, o bien impartirlos en espiral, para lo cual enseñarían los temas troncales en el primer año del curso y los repasarían en el segundo año cuando impartiesen los TANS. El tema optativo puede enseñarse como un tema aparte o bien integrarse en la enseñanza de los temas troncales y/o de los TANS.

Sea como sea la planificación del curso, se debe proporcionar una cantidad adecuada de tiempo para repasar para el examen. También se debe conceder tiempo para que los alumnos reflexionen sobre su experiencia y su crecimiento como miembros de la comunidad de aprendizaje.

Perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

El curso de Química contribuye al desarrollo de los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. Mediante el curso, los alumnos abordarán los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. Por ejemplo, los requisitos de la evaluación interna proporcionarán a los alumnos oportunidades para desarrollar cada uno de los aspectos del perfil. A continuación se proporcionan varias referencias de los cursos del Grupo 4 para cada uno de los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje.

Atributo del perfil de la comunidad de aprendizaje	Biología, Química y Física
Indagadores	Objetivos generales 2 y 6 Actividades prácticas y evaluación interna
Informados e instruidos	Objetivos generales 1 y 10, vínculos con la mentalidad internacional Actividades prácticas y evaluación interna
Pensadores	Objetivos generales 3 y 4, vínculos con Teoría del Conocimiento Actividades prácticas y evaluación interna

Atributo del perfil de la comunidad de aprendizaje	Biología, Química y Física
Buenos comunicadores	Objetivos generales 5 y 7, evaluación externa Actividades prácticas y evaluación interna
Íntegros	Objetivos generales 8 y 9 Actividades prácticas y evaluación interna. Conducta ética (póster <i>Conducta ética en el Programa del Diploma, Política del IB sobre la experimentación con animales</i>), probidad académica
De mentalidad abierta	Objetivos generales 8 y 9, vínculos con la mentalidad internacional Actividades prácticas y evaluación interna, proyecto del Grupo 4
Solidarios	Objetivos generales 8 y 9 Actividades prácticas y evaluación interna, proyecto del Grupo 4, conducta ética (póster <i>Conducta ética en el Programa del Diploma, Política del IB sobre la experimentación con animales</i>)
Audaces	Objetivos generales 1 y 6 Actividades prácticas y evaluación interna, proyecto del Grupo 4
Equilibrados	Objetivos generales 8 y 10 Actividades prácticas y evaluación interna, proyecto del Grupo 4 y trabajo de campo
Reflexivos	Objetivos generales 5 y 9 Actividades prácticas y evaluación interna, proyecto del Grupo 4

Contenido del programa de estudios

	Horas lectivas recomendadas
Temas troncales	95 horas
Tema 1: Relaciones estequiométricas	13,5
1.1 Introducción a la naturaleza corpuscular de la materia y al cambio químico	
1.2 El concepto de mol	
1.3 Masas y volúmenes reaccionantes	
Tema 2: Estructura atómica	6
2.1 El átomo nuclear	
2.2 Configuración electrónica	
Tema 3: Periodicidad	6
3.1 Tabla periódica	
3.2 Tendencias periódicas	
Tema 4: Enlace químico y estructura	13,5
4.1 Enlace iónico y estructura	
4.2 Enlace covalente	
4.3 Estructuras covalentes	
4.4 Fuerzas intermoleculares	
4.5 Enlace metálico	
Tema 5: Energía/termoquímica	9
5.1 Medición de variaciones de energía	
5.2 Ley de Hess	
5.3 Entalpía de enlace	
Tema 6: Cinética química	7
6.1 Teoría de las colisiones y velocidades de reacción	
Tema 7: Equilibrio	4,5
7.1 Equilibrio	

	Horas lectivas recomendadas
Tema 8: Ácidos y bases	6,5
8.1 Teorías de ácidos y bases	
8.2 Propiedades de ácidos y bases	
8.3 La escala de pH	
8.4 Ácidos y bases fuertes y débiles	
8.5 Deposición ácida	
Tema 9: Procesos rédox	8
9.1 Oxidación y reducción	
9.2 Celdas electroquímicas	
Tema 10: Química orgánica	11
10.1 Fundamentos de química orgánica	
10.2 Química de los grupos funcionales	
Tema 11: Medición y procesamiento de datos	10
11.1 Incertidumbres y errores en la medición y los resultados	
11.2 Técnicas gráficas	
11.3 Identificación espectroscópica de compuestos orgánicos	
Temas adicionales del Nivel Superior (TANS)	60 horas
Tema 12: Estructura atómica	2
12.1 Los electrones en los átomos	
Tema 13: La tabla periódica : metales de transición	4
13.1 Elementos de la primera fila del bloque d	
13.2 Complejos coloreados	
Tema 14: Enlace químico y estructura	7
14.1 Enlace covalente, dominio electrónico y geometría molecular	
14.2 Hibridación	
Tema 15: Energía/termoquímica	7
15.1 Ciclos de energía	
15.2 Entropía y espontaneidad	

	Horas lectivas recomendadas
Tema 16: Cinética química	6
16.1 Expresión de velocidad y mecanismo de reacción	
16.2 Energía de activación	
Tema 17: Equilibrio	4
17.1 Ley de equilibrio	
Tema 18: Ácidos y bases	10
18.1 Ácidos y bases de Lewis	
18.2 Cálculos con ácidos y bases	
18.3 Curvas de pH	
Tema 19: Procesos rédox	6
19.1 Celdas electroquímicas	
Tema 20: Química orgánica	12
20.1 Tipos de reacciones orgánicas	
20.2 Rutas de síntesis	
20.3 Estereoisomería	
Tema 21: Medición y análisis	2
21.1 Identificación espectroscópica de compuestos orgánicos	

Opciones 15 horas (NM)/ 25 horas (NS)

A. Materiales

Temas troncales

A.1 Introducción a la ciencia de los materiales

A.2 Los metales y la espectroscopía con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP)

A.3 Catalizadores

A.4 Cristales líquidos

A.5 Polímeros

A.6 Nanotecnología

A.7 Impacto ambiental: plásticos

Temas adicionales del Nivel Superior (TANS)

A.8 Metales superconductores y cristalografía de rayos X

A.9 Polímeros de condensación

A.10 Impacto ambiental: metales pesados

B. Bioquímica

Temas troncales

B.1 Introducción a la bioquímica

B.2 Proteínas y enzimas

B.3 Lípidos

B.4 Hidratos de carbono

B.5 Vitaminas

B.6 Bioquímica y ambiente

Temas adicionales del Nivel Superior (TANS)

B.7 Proteínas y enzimas

B.8 Ácidos nucleicos

B.9 Pigmentos biológicos

B.10 Estereoquímica en las biomoléculas

C. Energía

Temas troncales

C.1 Fuentes de energía

C.2 Combustibles fósiles

C.3 Fusión y fisión nuclear

C.4 Energía solar

C.5 Impacto ambiental: calentamiento global

Temas adicionales del Nivel Superior (TANS)

C.6 Electroquímica, baterías recargables y pilas de combustible

C.7 Fusión nuclear y fisión nuclear

C.8 Células fotovoltaicas y células solares sensibilizadas por colorante

D. Química medicinal

Temas troncales

D.1 Acción de los productos farmacéuticos y las drogas

D.2 Aspirina y penicilina

D.3 Opiáceos

D.4 Regulación del pH del estómago

D.5 Medicamentos antivirales

D.6 Impacto ambiental de algunos medicamentos

Temas adicionales del Nivel Superior (TANS)

D.7 Taxol: un estudio de caso de auxiliar quiral

D.8 Medicina nuclear

D.9 Detección y análisis de drogas

Tema 1: Relaciones estequiométricas

13,5 horas

Idea fundamental: Las propiedades físicas y químicas dependen de la forma en que se combinen los distintos átomos.

1.1 Introducción a la naturaleza corpuscular de la materia y al cambio químico

Naturaleza de la ciencia:

Realizar mediciones cuantitativas con repeticiones para asegurar la fiabilidad: proporciones definidas y múltiples. (3.1)

Comprensión:

- Los átomos de diferentes elementos se combinan en proporciones fijas para formar compuestos, que tienen propiedades distintas de las de los elementos que los componen.
- Las mezclas contienen más de un elemento y/o compuesto que no están unidos químicamente y por eso mantienen sus propiedades individuales.
- Las mezclas son homogéneas o heterogéneas

Aplicaciones y habilidades:

- Deducción de ecuaciones químicas dados los reactivos y los productos.
- Aplicación de los símbolos de estado (s), (l), (g) y (aq) en ecuaciones.
- Explicación de los cambios observables de las propiedades físicas y la temperatura durante los cambios de estado.

Orientación:

- El ajuste de ecuaciones debe incluir diferentes tipos de reacciones.
- Deben estudiar los nombres de los cambios de estado: fusión, congelación, vaporización (evaporación y ebullición), condensación, sublimación y deposición.

Mentalidad internacional:

- Los símbolos químicos y las ecuaciones son internacionales; esto permite la comunicación efectiva entre los científicos sin necesidad de traducción.
- La autoridad mundial que desarrolla y estandariza la nomenclatura de los compuestos orgánicos e inorgánicos es la IUPAC o International Union of Pure and Applied Chemistry (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada).

Teoría del Conocimiento:

- Las ecuaciones químicas son el “lenguaje” de la química. ¿De qué forma el uso de lenguajes universales ayuda y dificulta la búsqueda del conocimiento?
- El descubrimiento del oxígeno, que invalidó la teoría del flogisto de la combustión, es un ejemplo de cambio de paradigma. ¿Cómo avanza el conocimiento científico?

Utilización:

- Refrigeración y su relación con los cambios de estado
- Eficiencia atómica
- Secado por congelación de alimentos

<p>1.1 Introducción a la naturaleza corpuscular de la materia y al cambio químico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere el uso del término "calor latente". • En la sección 5 del cuadernillo de datos están los nombres y símbolos de los elementos. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 4.1: Deducción de fórmulas de compuestos iónicos Tema 5.1: Ciclo entálpico de una reacción; estado estándar de un elemento o compuesto</p> <p>Tema 6.1: Teoría cinética Tema 8.2: Reacciones de neutralización Tema 10.2: Reacciones de combustión Opción A.4: Cristales líquidos</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: Los sistemas de refrigeración y aire acondicionado influyen negativamente sobre el ambiente. El uso de los CFC como refrigerantes ha sido uno de los principales contribuyentes a la desaparición de la capa de ozono.
---	--

Idea fundamental: El mol permite relacionar el número de partículas con la masa que se puede medir.

1.2 El concepto de mol	
<p>Naturaleza de la ciencia: Conceptos: El concepto de mol se desarrolló a partir del concepto de “peso equivalente” a principios del siglo XIX. (2.3)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El mol es un número fijo de partículas y se refiere a la cantidad, n, de sustancia. • Las masas de los átomos se comparan en una escala relativa al ^{12}C y se expresan como masa atómica relativa (A_r) y masa fórmula/molecular relativa (M_r). • Las unidades de masa molar (M) son g mol^{-1}. • La fórmula empírica y la fórmula molecular de un compuesto dan la proporción más simple y el número real de átomos presentes en una molécula, respectivamente. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de masas molares de átomos, iones, moléculas y unidades fórmula. • Resolución de problemas que incluyan relaciones entre el número de partículas, la cantidad de sustancia en moles y la masa en gramos. • Interconversión entre composición porcentual en masa y fórmula empírica. • Determinación de la fórmula molecular de un compuesto a partir de su fórmula empírica y su masa molar. • Obtención y uso de datos experimentales para deducir fórmulas empíricas a partir de reacciones que impliquen cambios de masa. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema SI (Sistema Internacional de Unidades) se refiere al sistema métrico de medición, basado en siete unidades fundamentales. • La Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM por sus siglas en francés) es una organización internacional de estándares, cuyo objetivo es asegurar la uniformidad de aplicación de las unidades del SI en todo el mundo. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La magnitud de la constante de Avogadro excede la escala de nuestra experiencia cotidiana. ¿De qué forma nuestra experiencia cotidiana limita nuestra intuición? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los cálculos estequiométricos son fundamentales para los procesos químicos de investigación e industriales, por ejemplo, en la industria alimenticia, médica, farmacéutica y manufacturera. • El volumen molar de sólidos cristalinos se determina por medio de la técnica de cristalografía de rayos X. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 2.1: La escala de los átomos y las partículas que los componen Temas 4.1, 4.3 y 4.5: Estructura reticular de los compuestos iónicos, estructura molecular de los compuestos covalentes y red metálica</p>

<p>1.2 El concepto de mol</p>	<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 2 del cuadernillo de datos está el valor de la constante de Avogadro (L o N_A) y para las preguntas de la prueba 1 se dará como dato. • La unidad de masa molar que se usa generalmente (g mol^{-1}) es una unidad derivada del SI. <p>Temas 5.1 y 15.2: La entalpía estándar y las variaciones de entropía se definen por mol</p> <p>Tema 19.1: Relaciones molares de los productos en la electrólisis</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir el porcentaje en masa de hidratos, combustión de magnesio o cálculo del número de Avogadro. • Objetivo 7: Para medir los cambios de masa que se producen durante las reacciones se pueden usar registradores de datos.
-------------------------------	---

Idea fundamental: Las relaciones molares en las ecuaciones químicas se pueden usar para calcular las relaciones de reacción en masa y volumen de gas.

1.3 Masas y volúmenes reaccionantes	
Naturaleza de la ciencia: Realizar observaciones cuidadosas y obtener evidencias para las teorías científicas. Hipótesis inicial de Avogadro. (1.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los reactivos pueden ser limitantes o estar en exceso. • El rendimiento experimental puede ser diferente del teórico. • La ley de Avogadro permite determinar la relación molar de los gases reaccionantes a partir de los volúmenes de los gases. • El volumen molar de un gas ideal es una constante a temperatura y presión determinadas. • La concentración molar de una solución se determina por la cantidad de soluto y el volumen de la solución. • Una solución estándar es aquella cuya concentración es conocida. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas relacionados con las cantidades reaccionantes, reactivos limitantes y en exceso, rendimiento teórico, experimental y porcentual. • Cálculo de volúmenes de gases reaccionantes usando la ley de Avogadro. • Resolución de problemas y análisis de gráficos que impliquen relaciones entre temperatura, presión y volumen de una masa fija de un gas ideal. • Resolución de problemas relacionados con la ecuación de los gases ideales. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el SI, la unidad de presión es el Pascal (Pa), $N\ m^{-2}$, pero hay muchas otras unidades que se siguen utilizando habitualmente en diferentes países. Estas son la atmósfera (atm), milímetros de mercurio (mm Hg), Torr, el bar y las libras por pulgada cuadrada (psi). El bar ($10^5\ Pa$) se usa ampliamente como unidad de conveniencia, puesto que es muy cercano a 1 atm. La unidad de volumen en el SI es el m^3, aunque con frecuencia se usa el litro. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignar números a las masas de los elementos químicos ha permitido que la química evolucionara hacia una ciencia física. ¿Por qué las matemáticas son tan efectivas para describir el mundo natural? • La ecuación de los gases ideales se puede deducir a partir de un pequeño número de supuestos sobre el comportamiento ideal. ¿Cuál es el papel de la razón, la percepción, la intuición y la imaginación en el desarrollo de modelos científicos? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La variación del volumen de gas durante algunas reacciones químicas es responsable de que los airbags de los vehículos se inflen y son la base de otras reacciones explosivas, como la descomposición del TNT (trinitrotolueno). • El concepto de rendimiento porcentual es vital para el control de la eficacia de procesos industriales.

1.3 Masas y volúmenes reaccionantes	
<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la desviación de los gases reales respecto del comportamiento ideal a baja temperatura y elevada presión. • Obtención y utilización de valores experimentales para calcular la masa molar de un gas a partir de la ecuación de los gases ideales. • Resolución de problemas que incluyan concentración molar, cantidad de soluto y volumen de solución. • Uso de titulaciones como método experimental para calcular la concentración de una solución con respecto a una solución estándar. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 2 del cuadernillo de datos se dan los valores del volumen molar de un gas ideal. • En las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos se da la ecuación de los gases ideales, $PV = nRT$, y el valor de la constante de los gases (R). • Las unidades de concentración a tratar son: g dm^{-3}, mol dm^{-3} y partes por millón (ppm). • Para denotar la concentración molar es preciso usar corchetes. 	<p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 4.4: Fuerzas intermoleculares Tema 5.1: Cálculos de variaciones de entalpía molares Tema 9.1: Titulaciones rédox Tema 17.1: Cálculos de equilibrio Tema 18.2: Titulaciones ácido-base Tema 21.1 y A.8: Cristalografía de rayos X Física, tema 3.2: Ley de los gases ideales</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: El diseño experimental podría incluir reactivos en exceso y limitantes. Los experimentos podrían incluir la determinación gravimétrica de una sal insoluble por precipitación. • Objetivo 7: Se pueden usar registradores de datos para medir variaciones de temperatura, presión y volumen en reacciones o para determinar el valor de la constante de los gases, R. • Objetivo 8: La unidad parte por millón, ppm, se usa frecuentemente para medir niveles bajos de contaminantes en fluidos. Esta unidad es conveniente para comunicar valores muy bajos de concentración, aunque no es una unidad formal del SI.

Tema 2: Estructura atómica

6 horas

Idea fundamental: La masa del átomo se concentra en su diminuto núcleo, cargado positivamente.

<p>2.1 El átomo nuclear</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Las evidencias y el perfeccionamiento en cuanto a la instrumentación: las partículas alfa se usaron en el desarrollo del modelo del átomo nuclear propuesto por primera vez por Rutherford. (1.8) Cambios de paradigma: la teoría de las partículas subatómicas de la materia representa un cambio de paradigma en la ciencia que sucedió a finales del 1800. (2.3)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los átomos contienen un denso núcleo cargado positivamente compuesto por protones y neutrones (nucleones). • Los electrones, cargados negativamente, ocupan el espacio exterior del núcleo. • Para determinar la masa atómica relativa de un elemento a partir de su composición isotópica, se usa el espectrómetro de masas. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de la notación nuclear A_ZX para deducir el número de protones, neutrones y electrones en átomos e iones. • Cálculos que impliquen masas atómicas relativas no enteras y abundancia de isótopos dados los datos, incluyendo espectros de masa. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deben saber las masas relativas y las cargas de las partículas subatómicas; los valores reales se dan en la sección 4 del cuadernillo de datos. La masa del electrón se puede considerar despreciable. • No es necesario que aprendan ejemplos específicos de isótopos. • No es necesario que sepan el funcionamiento del espectrómetro de masas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El enriquecimiento isotópico se basa en las propiedades físicas para separar los isótopos del uranio y se emplea en muchos países como parte de los programas de energía nuclear y armamento. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Richard Feynman: "Si todo el conocimiento científico fuera a ser destruido y solo una frase pasara a la generación siguiente, creo que la frase sería que todas las cosas están formadas por átomos". ¿Son los modelos y teorías que crean los científicos descripciones exactas del mundo natural, o constituyen interpretaciones primarias útiles para la predicción, explicación y control del mundo natural? • Ninguna partícula subatómica puede (o podrá) ser observada directamente. ¿Qué formas de conocimiento usamos para interpretar la evidencia indirecta que se obtiene por medio de la tecnología? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los radioisótopos se usan en medicina nuclear para diagnóstico, tratamiento e investigación, como trazadores en la investigación bioquímica y farmacéutica y como "relojes químicos" en datación geológica y arqueológica. • Los escáneres de tomografía por emisión de positrones (PET) proporcionan imágenes tridimensionales de la concentración de trazadores (radiofármacos) en el organismo, y se pueden usar para detectar cánceres.

<p>2.1 El átomo nuclear</p>	<p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 11.3, 21.1 y opciones D.8 y D.9: RMN Opciones C.3 y C.7: Fisión nuclear Opción D.8: Medicina nuclear</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Objetivo 7: Se pueden realizar simulaciones del experimento de Rutherford de la lámina de oro. <p>Objetivo 8: Los radionúclidos acarrearán peligros para la salud debido a sus efectos ionizantes sobre las células.</p>
-----------------------------	--

Idea fundamental: La configuración electrónica de un átomo se puede deducir a partir de su número atómico.

2.2 Configuración electrónica	
<p>Naturaleza de la ciencia: Los desarrollos en la investigación científica son consecuencia del perfeccionamiento de los instrumentos: el uso de la electricidad y el magnetismo en los rayos catódicos de Thomson. (1.8) Las teorías son suplantadas: la mecánica cuántica es, entre otras cosas, el modelo más actual del átomo. (1.9) Uso de teorías para explicar fenómenos naturales: el espectro de líneas según el modelo atómico de Bohr. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los espectros de emisión se deben a la emisión de fotones que se produce cuando los electrones excitados vuelven a un nivel energético inferior. El espectro de emisión de líneas del hidrógeno constituye una evidencia de que los electrones se hallan en niveles energéticos discretos, que convergen a energía más elevada. El nivel energético principal o capa está dado por un número entero, n, que puede contener un número máximo de electrones, $2n^2$. Un modelo más detallado del átomo describe la división del nivel energético principal en subniveles s, p, d y f de energías sucesivamente mayores. Los subniveles contienen un número fijo de orbitales, regiones del espacio donde existe una elevada probabilidad de encontrar un electrón. Cada orbital tiene un nivel energético definido para una configuración electrónica dada y ambiente químico, y es capaz de alojar dos electrones con spin opuesto. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción de la relación entre color, longitud de onda, frecuencia y energía en el espectro electromagnético. Diferenciación entre un espectro continuo y un espectro de líneas. Descripción del espectro de emisión del átomo de hidrógeno, incluyendo las relaciones entre las líneas y las transiciones energéticas a los niveles energéticos primero, segundo y tercero. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN), está administrada por estados miembros europeos (20 estados en 2013), con participación de científicos de muchos otros países. Opera el centro de investigación de física de partículas más grande del mundo, incluidos los aceleradores y detectores de partículas utilizados para el estudio de los constituyentes fundamentales de la materia. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El principio de incertidumbre de Heisenberg afirma que existe un límite teórico para la precisión con la que podemos conocer el momento y la posición de una partícula. ¿Cuáles son las implicaciones de este principio sobre los límites del conocimiento humano? “Uno los objetivos de las ciencias físicas ha sido proporcionar una imagen exacta del mundo material. Uno de los logros... ha sido probar que este objetivo es inalcanzable”, Jacob Bronowski. ¿Cuáles son las implicaciones de esta afirmación para las aspiraciones de las ciencias naturales en particular y para el conocimiento en general? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los espectros de absorción y emisión se usan ampliamente en astronomía para analizar la luz proveniente de las estrellas. La espectroscopía de absorción atómica es un medio muy sensible para determinar la presencia y concentración de elementos metálicos. Fuegos artificiales: espectros de emisión.

2.2 Configuración electrónica	
<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento de la forma de un orbital atómico s y de los orbitales atómicos p_x, p_y y p_z. Aplicación del principio de Aufbau, la regla de Hund y el principio de exclusión de Pauli para escribir configuraciones electrónicas de átomos e iones hasta $Z = 36$. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los detalles del espectro electromagnético se dan en la sección 3 del cuadernillo de datos. No se requiere saber los nombres de las diferentes series del espectro de emisión de líneas del hidrógeno. Se deben incluir las configuraciones electrónicas completas (p. ej. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$) y las configuraciones electrónicas condensadas (p. ej. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$). Se deben usar los diagramas orbitales para representar el tipo y la energía relativa de los orbitales. Los diagramas orbitales se refieren a diagramas de flechas y cajas como el siguiente. <p>N: $\begin{array}{c} \boxed{1\downarrow} \quad \boxed{1\downarrow} \quad \boxed{1\downarrow} \quad \boxed{1\downarrow} \\ 1s \quad 2s \quad 2p \end{array}$</p> <ul style="list-style-type: none"> Se deben incluir las configuraciones electrónicas del Cr y el Cu como excepciones. 	<p>Vinculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Temas 3.1 y 3.2: Periodicidad Tema 4.1: Deducción de fórmulas de compuestos iónicos Tema 6.1: Distribución de Maxwell-Boltzmann como ejemplo de función de densidad de probabilidad Física, tema 7.1 y opción D.2: Características estelares</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Se podrían observar espectros de emisión usando tubos de descarga de diferentes gases y un espectroscopio. Se podrían realizar ensayos a la llama para estudiar espectros.

Idea fundamental: El ordenamiento de los elementos en la tabla periódica ayuda a predecir su configuración electrónica.

<p>3.1 Tabla periódica</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Obtener evidencia para las teorías científicas realizando y comprobando predicciones basadas en ellas: los científicos organizan los temas basándose en estructura y función, la tabla periódica constituye un ejemplo clave de esto. Los primeros modelos de la tabla periódica de Mendeleev, y luego Moseley permitieron la predicción de propiedades de elementos que aún no se habían descubierto. (1.9)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> La tabla periódica está ordenada en cuatro bloques asociados con los cuatro subniveles: s, p, d y f. La tabla periódica consiste en grupos (columnas) y períodos (filas). El número de período (n) es el nivel energético más exterior que ocupan los electrones. El número del nivel energético principal y el número de electrones de valencia de un átomo se pueden deducir de su posición en la tabla periódica. La tabla periódica muestra las posiciones de los metales, los no metales y los metaloides. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de la configuración electrónica de un átomo a partir de la posición del elemento en la tabla periódica y viceversa. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se deben conocer los términos "metales alcalinos", "halógenos", "gases nobles", "metales de transición", "lantanoideos" y "actinoideos". 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El desarrollo de la tabla periódica duró muchos años y en él participaron científicos de diferentes países que trabajaron basándose unos en los trabajos e ideas de los otros. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué papel desempeñó el razonamiento inductivo y el deductivo en el desarrollo de la tabla periódica? ¿Qué papel desempeña el razonamiento inductivo y el deductivo en la ciencia en general? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Otras asignaturas científicas también usan la tabla periódica para comprender la estructura y reactividad de los elementos tal como se aplican a sus disciplinas. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 2.2: Configuración electrónica</p>

<p>3.1 Tabla periódica</p>	<p>• Debe utilizarse el esquema de numeración de los grupos 1 al 18, según lo que recomienda la IUPAC.</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 3: Aplicar la organización de la tabla periódica a la comprensión de las tendencias generales de las propiedades. • Objetivo 4: Ser capaz de analizar datos para explicar la organización de los elementos. • Objetivo 6: Ser capaz de reconocer muestras físicas o imágenes de elementos comunes.
-----------------------------------	--

Idea fundamental: Los elementos presentan tendencias en cuanto a sus propiedades físicas y químicas a lo largo de los periodos y hacia abajo de los grupos.

3.2 Tendencias periódicas	
Naturaleza de la ciencia: Buscar patrones: la posición de un elemento en la tabla periódica permite que los científicos realicen predicciones precisas de sus propiedades físicas y químicas. Esto les permite sintetizar nuevas sustancias en base a la reactividad anticipada de los elementos. (3.1)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la tabla periódica existen tendencias verticales y horizontales respecto del radio atómico, radio iónico, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad. Las tendencias respecto del comportamiento metálico y no metálico se deben a las tendencias anteriores. A lo largo de un periodo, varía el carácter de los óxidos desde básicos, pasando por anfóteros hasta ácidos. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Predicción y explicación del comportamiento metálico y no metálico de un elemento sobre la base de su posición en la tabla periódica. Discusión de las semejanzas y diferencias entre las propiedades de los elementos del mismo grupo, haciendo referencia a los metales alcalinos (grupo 1) y los halógenos (grupo 17). Construcción de ecuaciones para explicar las variaciones de pH que se producen cuando los óxidos Na_2O, MgO, P_4O_{10}, y los óxidos de nitrógeno y azufre reaccionan con agua. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muchos productos derivados de la industrialización originan problemas globales cuando se liberan al ambiente. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El poder predictivo de la tabla periódica de Mendeleev ilustra la naturaleza "arriesgada" de la ciencia. ¿Cuál es la línea de demarcación entre las afirmaciones científicas y pseudocientíficas? La tabla periódica constituye un excelente ejemplo de clasificación en ciencia. ¿De qué forma la clasificación y la categorización ayudan y entorpecen la búsqueda del conocimiento? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 2.2: Se pueden relacionar las anomalías de los valores de la energía de primera ionización con la estabilidad de la configuración electrónica. Tema 8.5: Formación de lluvia ácida</p> <p>Objetivos generales:</p>

3.2 Tendencias periódicas	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solo se requieren ejemplos de las tendencias generales a lo largo de los periodos y hacia abajo de los grupos. Se deben incluir las discontinuidades respecto del aumento de energía de ionización a lo largo de un periodo. • Las tendencias de grupo deben incluir el tratamiento de las reacciones de metales alcalinos con agua, metales alcalinos con halógenos y halógenos con iones haluro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos 1 y 8: ¿Cuál es el impacto global de la deposición ácida? • Objetivo 6: Experimentar con tendencias químicas en el laboratorio o por medio de demostraciones del profesor. • Objetivo 6: Se podría investigar el uso de los iones de los metales de transición como catalizadores. • Objetivo 7: Se pueden estudiar las tendencias periódicas usando bases de datos informáticas.

Tema 4: Enlace químico y estructura

13,5 horas

Idea fundamental: Los compuestos iónicos consisten en iones mantenidos juntos por enlaces iónicos en estructuras de red.

<p>4.1 Enlace iónico y estructura</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Usar teorías para explicar fenómenos naturales: los compuestos iónicos fundidos conducen la electricidad, pero los sólidos iónicos no. La solubilidad y los puntos de fusión de los compuestos iónicos se pueden usar para explicar observaciones. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los iones positivos (cationes) se forman cuando los metales pierden electrones de valencia. Los iones negativos (aniones) se forman cuando los no metales ganan electrones. El número de electrones perdidos o ganados está determinado por la configuración electrónica del átomo. El enlace iónico se debe a la atracción electrostática entre iones de carga opuesta. En condiciones normales, los compuestos iónicos son generalmente sólidos y tienen estructura reticular. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de la fórmula y el nombre de un compuesto iónico a partir de los iones que lo forman, incluidos los iones poliatómicos. Explicación de las propiedades físicas de compuestos iónicos (volatilidad, conductividad eléctrica y solubilidad) en función de su estructura. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los alumnos deben estar familiarizados con los nombres de estos iones poliatómicos: NH_4^+, OH^-, NO_3^-, HCO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-} y PO_4^{3-}. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> En química, con frecuencia las reglas generales tienen excepciones (como la regla del octeto). ¿Cuántas excepciones deben existir para que una regla deje de ser útil? ¿Qué evidencia tenemos de la existencia de los iones? ¿Cuál es la diferencia entre evidencia directa e indirecta? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los líquidos iónicos son solventes eficientes y se usan como electrolitos en las fuentes de electricidad y los procesos industriales ecológicos. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 3.2: Tendencias periódicas Tema 21.1 y opción A.8: Uso de cristalografía de rayos X en determinaciones estructurales Física, tema 5.1: Electrostática</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 3: Usar convenciones de nomenclatura para nombrar compuestos iónicos. Objetivo 6: Los alumnos podrían investigar compuestos basándose en su tipo de enlace y propiedades o bien obtener cloruro de sodio por evaporación solar. Objetivo 7: Se podrían usar simuladores informáticos para observar la estructura reticular de los cristales.

Idea fundamental: Los compuestos covalentes se forman compartiendo electrones.

4.2. Enlace covalente	
<p>Naturaleza de la ciencia: Buscar tendencias y discrepancias: los compuestos que contienen no metales tienen propiedades diferentes de los compuestos que contienen metales y metales (2.5) Usar teorías para explicar fenómenos naturales. Lewis introdujo una clase de compuestos que comparten electrones. Pauling usó la idea de electronegatividad para explicar el reparto desigual de electrones. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El enlace covalente se forma por la atracción electrostática entre un par electrónico compartido y los núcleos cargados positivamente. • Los enlaces covalentes simples, dobles y triples implican uno, dos o tres pares electrónicos compartidos respectivamente. • La longitud del enlace disminuye y la fuerza del enlace aumenta a medida que se incrementa el número de electrones compartidos. • La polaridad del enlace es consecuencia de la diferencia de electronegatividad de los átomos enlazados. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deducción de la naturaleza polar del enlace covalente a partir de valores de electronegatividad. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La polaridad del enlace se puede demostrar por medio de cargas parciales, dipolos o vectores. • Los valores de electronegatividad se dan en la sección 8 del cuadernillo de datos. 	<p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microondas: cocinar con moléculas polares <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 10.1: Moléculas orgánicas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 3: Usar las convenciones de nomenclatura para nombrar compuestos con enlace covalente.

Idea fundamental: Las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) representan los dominios electrónicos de la capa de valencia y se usan para predecir la forma molecular.

4.3 Estructuras covalentes	
Naturaleza de la ciencia: Los científicos usan modelos para representar el mundo real: el desarrollo del modelo de la forma molecular (TRPEV) para explicar propiedades observables. (1.10)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) muestran todos los electrones de valencia de una especie unida de forma covalente. La “regla del octeto” se refiere a la tendencia de los átomos a lograr una capa de valencia con un total de 8 electrones. Algunos átomos como el Be y el B, pueden formar compuestos con octetos electrónicos incompletos. Las estructuras de resonancia se producen cuando un doble enlace en una molécula puede estar en más de una posición. Las formas de las especies están determinadas por la repulsión de los pares electrónicos de acuerdo con la TRPEV. El carbono y el silicio forman estructuras gigantes covalentes/redes covalentes. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de iones y moléculas, formadas por átomos con un máximo de cuatro pares de electrones en cada átomo, mostrando todos los electrones de valencia. Uso de la TRPEV para predecir la geometría del dominio electrónico y la geometría molecular de especies con dos, tres o cuatro dominios electrónicos. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿La necesidad de las estructuras de resonancia reducen el valor o la validez de la teoría de Lewis (representación de electrones mediante puntos)? ¿Qué criterios usamos para evaluar la validez de una teoría científica? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Opción A.7: Biodegradabilidad de los plásticos Biología, tema 2.3 : Estructura 3D de moléculas y relación entre estructura y función</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 7: Se podrían usar simuladores informáticos para modelar estructuras según la TRPEV.

4.3 Estructuras covalentes	
	<ul style="list-style-type: none"> • Predicción de los ángulos de enlace a partir de la geometría molecular y la presencia de pares electrónicos no enlazantes. • Predicción de la polaridad molecular a partir de la polaridad del enlace y la geometría molecular. • Deducción de estructuras de resonancia, entre otros, se pueden incluir los ejemplos C_6H_6, CO_3^{2-} y O_3. • Explicación de las propiedades de los compuestos gigantes covalentes en función de sus estructuras. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe usar el término "dominio electrónico" en lugar del término "centro de carga negativa". • En una estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos), los pares electrónicos se pueden representar por puntos, cruces, guiones o cualquier combinación. • Se deben incluir los alótropos del carbono (diamante, grafito, grafeno, C_{60} buckminsterfullereno) y SiO_2. • Se deben incluir los enlaces covalentes coordinados (dativos).

Idea fundamental: Las propiedades físicas de las sustancias moleculares son el resultado de las diferentes fuerzas que actúan entre sus moléculas.

4.4 Fuerzas intermoleculares	
<p>Naturaleza de la ciencia: Obtención de evidencias para las teorías científicas realizando y comprobando predicciones basadas en ellas. Las fuerzas de London (dispersión) y el enlace de hidrógeno se pueden usar para explicar interacciones especiales. Por ejemplo, los compuestos moleculares covalentes pueden existir en los estados sólido y líquido. Para explicar esto, deben existir fuerzas de atracción entre sus partículas significativamente mayores que las atribuibles a la gravedad. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las fuerzas intermoleculares son las fuerzas de London (dispersión), las fuerzas dipolo-dipolo y el enlace de hidrógeno. La intensidad relativa de estas interacciones es: fuerzas de London (dispersión) < fuerzas dipolo-dipolo < enlaces de hidrógeno. <p>Aplicaciones y habilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de los tipos de fuerzas intermoleculares presentes en sustancias, basándose en su estructura y fórmula química. Explicación de las propiedades físicas de compuestos covalentes (volatilidad, conductividad eléctrica y solubilidad) en función de sus estructuras y las fuerzas intermoleculares. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> El término “fuerzas de London (dispersión)” se refiere a las fuerzas dipolo instantáneo inducido-dipolo inducido que existen entre cualquier átomo o grupo de átomos y se debe usar para entidades no polares. El término van der Waals es inclusivo e incluye las fuerzas dipolo-dipolo, dipolo-dipolo inducido y fuerzas de London (dispersión). 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La naturaleza del enlace de hidrógeno es un tema sobre el que se discute mucho y la definición actual de la IUPAC proporciona seis criterios que se deben utilizar como evidencia de la existencia de enlace de hidrógeno. ¿De qué forma el uso del vocabulario especializado ayuda o entorpece el avance del conocimiento? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Opción A.5: Uso de plastificantes Opción A.7: Control de la biodegradabilidad Opción B.3: Puntos de fusión de grasas <i>cis/trans</i> Biología, temas 2.2, 2.3, 2.4 y 2.6: comprensión de las fuerzas intermoleculares para trabajar con las moléculas en el organismo</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 7: Se podrían usar simulaciones informáticas para mostrar las interacciones de las fuerzas intermoleculares.

Idea fundamental: Los enlaces metálicos son una red de cationes con electrones deslocalizados.

4.5 Enlace metálico	
<p>Naturaleza de la ciencia: Uso de teorías para explicar fenómenos naturales. Las propiedades de los metales son diferentes a las de las sustancias iónicas y covalentes y esto se debe a la formación de enlaces no direccionales con un "mar" de electrones deslocalizados. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un enlace metálico es consecuencia de la atracción electrostática entre una red de iones positivos y los electrones deslocalizados. • La fuerza de un enlace metálico depende de la carga de los iones y del radio del ion metálico. • Las aleaciones generalmente contienen más de un metal y tienen mejores propiedades. <p>Aplicaciones y habilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la conductividad eléctrica y la maleabilidad de los metales. • Explicación de las tendencias que presentan los puntos de fusión de los metales. • Explicación de las propiedades de las aleaciones en función de los enlaces no direccionales. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben limitar las tendencias a los elementos de los bloques s- y p-. • Se deben tratar ejemplos de varias aleaciones. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La disponibilidad de los recursos metálicos y los medios para extraerlos, varían extremadamente en diferentes países, y es un factor determinante de la riqueza nacional. A medida que las tecnologías se desarrollan, la demanda de diferentes metales varía y se requieren cuidadosas estrategias para el abastecimiento de esos recursos finitos. <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Opción A.6: Uso de metales en nanotecnología Biología, tema 2.2: Agua</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 1: Impacto global del valor de los metales preciosos y sus procesos de extracción y ubicaciones. • Objetivo 7: Se podrían utilizar simulaciones informáticas para observar ejemplos de enlace metálico.

Idea fundamental: Las variaciones de entalpía de las reacciones químicas se pueden calcular a partir de su efecto sobre la temperatura de los alrededores.

5.1 Medición de variaciones de energía	
Naturaleza de la ciencia: Principio fundamental: la conservación de la energía es un principio fundamental de la ciencia. (2.6) Realización de observaciones cuidadosas: transferencia de energía medible entre los sistemas y sus alrededores. (3.1)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> El calor es una forma de energía. La temperatura es una medida de la energía cinética media de las partículas. En las reacciones químicas, se conserva la energía total. Las reacciones químicas que implican transferencia de calor entre el sistema y los alrededores se describen como endotérmicas o exotérmicas. La variación de entalpía (ΔH) para las reacciones químicas se indica en kJ mol^{-1}. Los valores de ΔH se expresan generalmente en condiciones estándar, que se representan como ΔH°, incluidos los estados estándar. 	<ul style="list-style-type: none"> La unidad de temperatura del SI es el Kelvin (K), pero en la mayoría de los países se usa con frecuencia la escala Celsius ($^\circ\text{C}$), que tiene la misma escala incremental. La excepción es EE. UU., que continúa usando la escala Fahrenheit ($^\circ\text{F}$), para la comunicación no científica. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué criterios usamos para juzgar las discrepancias entre los valores experimentales y teóricos? ¿Qué formas de conocimiento usamos cuando evaluamos las limitaciones experimentales y las suposiciones teóricas? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinación del contenido energético de sustancias importantes en alimentos y combustibles <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.1: Conservación de la masa, cambios de estado Tema 1.2: Concepto de mol</p>
Aplicaciones y habilidades:	
<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de la variación de calor que se produce cuando varía la temperatura de una sustancia pura usando $q = mc\Delta T$. Se debe incluir un experimento calorimétrico para determinar la entalpía de una reacción y se deben evaluar los resultados. 	

5.1 Medición de variaciones de energía	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben incluir variaciones de entalpía de combustión (ΔH_c°) y formación (ΔH_f°) • Considerar reacciones en solución acuosa y reacciones de combustión. • El estado estándar se refiere al estado normal, al estado estable más puro de una sustancia medido a 100 kPa. La temperatura no es parte de la definición de estado estándar, pero se da 298 K como la temperatura de interés. • La capacidad calorífica específica del agua se da en la sección 2 del cuadernillo de datos. • Los alumnos pueden suponer que la densidad y las capacidades caloríficas de las soluciones acuosas son iguales a la del agua, pero deben ser conscientes de esta limitación. • En los experimentos se deben considerar las pérdidas de calor al ambiente y la capacidad calorífica del calorímetro, pero no se requiere el uso de la bomba calorimétrica. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían incluir experimentos para calcular variaciones de entalpía a partir de datos experimentales dados (contenido energético de alimentos, entalpía de fusión del hielo o bien la variación de entalpía de reacciones sencillas en solución acuosa). • Objetivo 7: Uso de bases de datos para analizar el contenido energético de alimentos. • Objetivo 7: Uso de registradores de datos para registrar variaciones de temperatura.

Idea fundamental: En las transformaciones químicas, la energía no se puede crear ni destruir (primera ley de la termodinámica).

5.2 Ley de Hess	
Naturaleza de la ciencia: Hipótesis: basándose en la teoría de la conservación de la energía y la teoría atómica, los científicos pueden controlar la hipótesis de que si los mismos productos se forman a partir de los mismos reactivos iniciales, entonces la variación de energía debe ser la misma independientemente del número de etapas. (2.4)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> La variación de entalpía de una reacción que se lleva a cabo en una serie de etapas es igual a la suma de las variaciones de entalpía de las etapas individuales. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicación de la ley de Hess para calcular variaciones de entalpía. Cálculo de ΔH de reacciones usando datos de ΔH_f°. Determinación de la variación de entalpía de una reacción que sea la suma de múltiples reacciones cuyas variaciones de entalpía se conocen. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los datos de variación de entalpía de formación están en la sección 12 del cuadernillo de datos. Una aplicación de la ley de Hess es $\Delta H_{\text{reacción}} = \sum(\Delta H_f^\circ \text{ productos}) - \sum(\Delta H_f^\circ \text{ reactivos})$ 	<p>Mentalidad interdisciplinaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Con frecuencia, el reciclado de materiales es un medio efectivo para reducir el impacto ambiental de la producción, pero su eficiencia energética varía de un país a otro. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La ley de Hess constituye un ejemplo de aplicación de la conservación de la energía. ¿Cuáles son los desafíos y limitaciones de aplicar los principios generales a casos específicos? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> La ley de Hess tiene importancia en el estudio de la nutrición, las drogas y la energía libre de Gibbs en los casos en los que la síntesis directa a partir de los elementos constituyentes no es posible. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Física, tema 2.3: Conservación de la masa-energía</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 4: Discutir la fuente de los valores aceptados y usar esta idea para debatir experimentos. Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir aplicaciones de laboratorio de la ley de Hess. Objetivo 7: Uso de registradores de datos para registrar variaciones de temperatura.

Idea fundamental: Cuando los enlaces se rompen, se absorbe energía y cuando se forman, se libera energía.

5.3 Entalpía de enlace	
<p>Naturaleza de la ciencia: Modelos y teorías: las variaciones de energía que se miden se pueden explicar en base al modelo de los enlaces que se rompen y forman. Puesto que estas explicaciones se basan en un modelo, la concordancia con los datos empíricos depende de la sofisticación del modelo y los datos obtenidos se pueden usar para modificar las teorías cuando se considere adecuado. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La formación de enlaces libera energía y la ruptura de enlaces requiere energía. • La entalpía media de enlace es el promedio de energía necesaria para romper un mol de un enlace de una molécula gaseosa en compuestos similares. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de variaciones de entalpía a partir de valores conocidos de entalpía de enlace y comparación de estos con valores experimentales medidos. • Esquemmatización y evaluación de perfiles de energía potencial para determinar si los reactivos o los productos son más estables y si la reacción es exotérmica o endotérmica. • Discusión de la fuerza del enlace en el ozono con relación al oxígeno en cuanto a su importancia en la atmósfera. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los valores de las entalpías de enlace están en la sección 11 del cuadernillo de datos. • Las entalpías medias de enlace solo son válidas para los gases y los cálculos con entalpías de enlace pueden ser inexactos porque no tienen en cuenta las fuerzas intermoleculares. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La disminución del ozono estratosférico preocupa especialmente en las regiones polares del planeta, aunque la contaminación que la provoca proviene de diversas regiones y fuentes. La acción y cooperación internacional han ayudado a mejorar el problema de la disminución del ozono. <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las fuentes de energía, como la combustión de combustibles fósiles, requieren elevados valores de ΔH. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 4.3: Estructuras covalentes</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían realizar experimentos sobre la entalpía de combustión del propano o butano. • Objetivo 7: Se pueden usar registradores de datos para registrar variaciones de temperatura. • Objetivo 8: Consecuencias morales, éticas, sociales, económicas y ambientales de la disminución de la capa de ozono y sus causas.

Idea fundamental: Cuanto mayor sea la probabilidad de que las moléculas choquen con energía suficiente y orientación adecuada, mayor será la velocidad de reacción.

6.1 Teoría de las colisiones y velocidades de reacción

Naturaleza de la ciencia:

El principio de la navaja de Occam se usa como guía para desarrollar una teoría: aunque no podamos ver directamente las reacciones que tienen lugar a nivel molecular, podemos teorizar basándonos en los modelos atómicos actuales. La teoría de las colisiones es un buen ejemplo de este principio. (2.7)

Comprensión:

- Las especies reaccionan como consecuencia de las colisiones con energía suficiente y orientación adecuada.
- La velocidad de reacción se expresa como la variación de concentración de un reactivo/producto particular por unidad de tiempo.
- Las variaciones de concentración en una reacción se pueden seguir de forma indirecta monitorizando cambios de masa, volumen y color.
- La energía de activación (E_a) es la energía mínima que necesitan las moléculas que colisionan para tener colisiones efectivas que originen una reacción.
- Un catalizador aumenta la velocidad de una reacción química disminuyendo la E_a , sin ser alterado químicamente de forma permanente.

Aplicaciones y habilidades:

- Descripción de la teoría cinética en función del movimiento de las partículas, cuya energía cinética media es proporcional a la temperatura en Kelvin.
- Análisis de datos gráficos y numéricos provenientes de experimentos de velocidad.
- Explicación del efecto de la temperatura, la presión/concentración y el tamaño de las partículas sobre la velocidad de reacción.

Mentalidad internacional:

- La disminución del ozono estratosférico se ha debido principalmente a la acción catalítica de los CFC y es especialmente preocupante en las regiones polares del planeta. Estos agentes químicos son liberados por diversas fuentes y países, por ello, ha sido necesaria la acción y cooperación internacional para mejorar el problema de la disminución del ozono.

Teoría del Conocimiento:

- La escala Kelvin de temperatura da una medida natural de la energía cinética de un gas, mientras que la escala artificial Celsius se basa en las propiedades del agua. Las propiedades físicas como la temperatura ¿se inventan o descubren?

Utilización:

Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:
 Tema 5.3: ¿Qué se entiende por termodinámicamente estable en contraste con cinéticamente estable?
 Tema 13.1: Iones y fuegos artificiales
 Opción A.3: Usos cotidianos de los catalizadores
 Opción B.2: Enzimas
 Biología, tema 8.1: Metabolismo

6.1 Teoría de las colisiones y velocidades de reacción	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann para justificar la probabilidad de las colisiones efectivas y los factores que las afectan, incluyendo el efecto de un catalizador. • Investigación experimental de velocidades de reacción y evaluación de los resultados. • Esquemmatización y explicación de los perfiles de energía con y sin catalizadores. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe incluir el cálculo de velocidades de reacción a partir de las tangentes de los gráficos de concentración, volumen o masa en función del tiempo. • Los alumnos deben estar familiarizados con la interpretación de los gráficos de variación de concentración, volumen o masa en función del tiempo. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos 1 y 8: ¿Cuáles son algunas de las polémicas sobre la velocidad del cambio climático? ¿Por qué existen? • Objetivo 6: Investigar la velocidad de una reacción con y sin catalizador. • Objetivo 6: Podrían incluirse experimentos para investigar velocidades variando la concentración de un reactivo o la temperatura. • Objetivo 7: Uso de simuladores para mostrar cómo las variaciones de las propiedades macroscópicas como la temperatura, la presión y la concentración afectan las colisiones moleculares. • Objetivo 8: Papel que desempeñan los catalizadores en la química ambiental.

Idea fundamental: Muchas reacciones son reversibles. Estas reacciones alcanzarán un estado de equilibrio cuando las velocidades de reacción directa e inversa sean iguales. La posición de equilibrio se puede controlar variando esas condiciones.

<p>7.1 Equilibrio</p>	<p>Naturaleza de la ciencia: Obtener evidencia para las teorías científicas: rotulación isotópica y su utilización en la definición de equilibrio. (1.8) Lenguaje común en las diferentes disciplinas: el término equilibrio dinámico se usa en otros contextos, pero no necesariamente con la idea de la definición química. (5.5)</p>	<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En un sistema cerrado se alcanza un estado de equilibrio cuando se igualan las velocidades de la reacción directa e inversa. • La ley de equilibrio describe cómo determinar la constante de equilibrio (K_c) para una reacción química particular. • La magnitud de la constante de equilibrio indica la extensión de una reacción química en el equilibrio y depende de la temperatura. • El cociente de reacción (Q) mide las cantidades relativas de productos y reactivos presentes durante una reacción en un determinado momento. Q es la expresión de equilibrio aplicada a las concentraciones que no son las de equilibrio. La posición de equilibrio varía con las variaciones de concentración, presión y temperatura. • Un catalizador no afecta la posición de equilibrio ni la constante de equilibrio. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características de los sistemas químicos y físicos en estado de equilibrio. • Deducción de la expresión de la constante de equilibrio (K_c) a partir de una ecuación para una reacción homogénea. <p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El proceso Haber se ha descrito como la reacción química más importante en la Tierra puesto que ha transformado la producción global de alimentos. Sin embargo, también ha tenido un gran impacto en ambas guerras mundiales. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los científicos investigan el mundo a diferentes escalas: la microscópica y la microscópica. ¿Qué formas de conocimiento nos permiten desplazarnos de la escala microscópica a la microscópica? • La química utiliza un vocabulario especializado: un sistema cerrado es aquel en el que no existe intercambio de materia con el ambiente. ¿Nuestro vocabulario simplemente comunica nuestro conocimiento o por el contrario da forma a lo que podemos conocer? • La carrera de Fritz Haber coincidió con las turbulencias de dos guerras mundiales. Él supervisó la liberación de cloro en los campos de batalla de la primera Guerra Mundial y trabajó en la producción de explosivos. ¿De qué forma el contexto social del trabajo científico afecta los métodos y descubrimientos de la ciencia? ¿Deberían los científicos considerarse moralmente responsables de las aplicaciones de sus descubrimientos?
------------------------------	--	---

<p>7.1 Equilibrio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la relación existente entre diferentes constantes de equilibrio (K_c) para la misma reacción (a la misma temperatura) cuando está representada por ecuaciones escritas de manera diferente. • Aplicación del principio de Le Châtelier para predecir los efectos cualitativos de la variación de temperatura, presión y concentración sobre la posición de equilibrio y sobre el valor de la constante de equilibrio. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben incluir sistemas físicos y químicos. • Se debe incluir la relación entre los valores de K_c para reacciones múltiples o inversas entre sí. • No se requieren detalles específicos de ningún proceso industrial. 	<p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En química, los corchetes se usan en varios contextos: p. ej. concentraciones (tema 1.3), estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos, tema 4.3) y complejos (tema 14.1). <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 8.4: Comportamiento de los ácidos y bases débiles</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: El principio de Le Châtelier se puede investigar cualitativamente observando el efecto de variaciones de presión, concentración y temperatura sobre diferentes sistemas en equilibrio. • Objetivo 7: Se pueden usar animaciones y simulaciones para ilustrar el concepto de equilibrio dinámico. • Objetivo 8: Reconocer las implicaciones morales, éticas y económicas del uso de la ciencia y la tecnología. Un estudio del caso de Fritz Haber se puede usar para debatir el papel de los científicos en la sociedad.
--	---

Idea fundamental: Muchas reacciones implican la transferencia de un protón de un ácido a una base.

8.1 Teorías de ácidos y bases

Naturaleza de la ciencia:

Refutar teorías: el HCN cambió la teoría de que el oxígeno era el elemento que originaba las propiedades ácidas de un compuesto, y esto permitió el desarrollo de otras teorías científicas. (2.5)

Las teorías son reemplazadas: una teoría temprana de la acidez derivó de la sensación de un sabor ácido, pero se demostró su falsedad. (1.9)

Comprensión de la ciencia por parte del público en general: fuera del campo de la química, en ocasiones las decisiones han sido denominadas el "ensayo ácido" o "ensayo de papel de tornasol" (5.5)

Comprensión:

- Un ácido de Brønsted–Lowry es un donante de protones/ H^+ y una base de Brønsted–Lowry es un receptor de protones/ H^+ .
- Las especies anfipróticas pueden actuar como ácidos y bases de Brønsted–Lowry.
- Un par de especies que difieren en un único protón se denominan par conjugado ácido-base.

Aplicaciones y habilidades:

- Deducción del ácido y la base de Brønsted–Lowry en una reacción química.
- Deducción del ácido conjugado o la base conjugada en una reacción química.

Orientación:

- Aquí no se requiere la teoría de Lewis.
- Se debe indicar claramente la ubicación del protón transferido. Por ejemplo, CH_3COOH/CH_3COO^- en lugar de $C_2H_4O_2/C_2H_3O_2^-$.
- Los alumnos deben saber ambas representaciones de un protón en solución acuosa, H^+ (aq) y H_3O^+ (aq).
- Se debe abordar la diferencia entre los términos "anfótero" y "anfiprótico".

Mentalidad internacional:

- *Acidus* significa agrio en latín, mientras que *álcali* proviene de una palabra árabe que significa cenizas calcinadas. *Oxys gen-* significa formador de ácido en griego, y refleja la creencia equivocada de que el elemento oxígeno era el responsable de las propiedades ácidas de un compuesto. Las teorías ácido-base fueron desarrolladas por científicos de todo el mundo y su vocabulario ha sido influido por sus lenguas.

Teoría del Conocimiento:

- El comportamiento ácido-base se puede explicar por medio de diferentes teorías. ¿En qué se diferencian las explicaciones en química de las explicaciones en otras asignaturas, como la historia?

Utilización:

Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:

Tema 3.2: Carácter ácido/base de los óxidos.

Tema 8.5: Los óxidos no metálicos son responsables de la precipitación ácida.

Opción B.2: Los aminoácidos actúan como especies anfipróticas.

Opción D.4: Los antiácidos son bases que neutralizan el exceso de ácido clorhídrico del estómago.

Objetivos generales:

- **Objetivo 9:** Cada teoría tiene sus aciertos y limitaciones. Lavoisier fue nombrado padre de la química moderna, sin embargo estaba equivocado sobre el oxígeno en este contexto.

Idea fundamental: La caracterización de un ácido depende de la evidencia empírica como la producción de gases cuando reacciona con los metales, las variaciones de color de los indicadores o la liberación de calor cuando reacciona con óxidos e hidróxidos metálicos.

8.2 Propiedades de ácidos y bases	
Naturaleza de la ciencia:	
Obtención de evidencia para las teorías: las propiedades observables de los ácidos y las bases condujeron a la modificación de las teorías ácido-base. (1.9)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los ácidos producen reacciones químicas de características observables con metales reactivos, óxidos metálicos, hidróxidos metálicos, hidrógenocarbonatos y carbonatos. • Producen reacciones de neutralización exotérmicas formando una sal y agua. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de ecuaciones químicas para las reacciones de los ácidos. • Identificación del ácido y la base necesarios para formar diferentes sales. • Los alumnos deben realizar experiencias de titulaciones ácido-base con diferentes indicadores. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben incluir bases que no sean hidróxidos, como el amoníaco, los carbonatos solubles y los hidrógenocarbonatos. • En la sección 22 del cuadernillo de datos se dan los cambios de color de los diferentes indicadores. 	<p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algunos ácidos y bases se usan en nuestra vida cotidiana, desde los productos para quitar la herrumbre hasta los limpiadores de horno, desde los alimentos hasta la pasta de dientes, desde el tratamiento para las picaduras de abejas hasta el tratamiento para las picaduras de avispas. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.3: Titulaciones ácido-base Tema 3.2: Carácter ácido/base de los óxidos Tema 5.1: Variación de entalpia de las reacciones de neutralización</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: La evidencia para estas propiedades se podrían basar en actividades experimentales de un alumno.

Idea fundamental: La escala de pH es una escala artificial usada para distinguir entre soluciones ácidas, neutras y básicas/alcalinas.

8.3 La escala de pH

Naturaleza de la ciencia:

Navaja de Occam: la escala de pH es un intento de graduar la acidez relativa de un amplio rango de concentraciones de H^+ por medio de un número muy sencillo. (2.7)

Comprensión:

- $pH = -\log[H^+(aq)]$ y $[H^+] = 10^{-pH}$
- Una variación de una unidad de pH, representa una potencia de 10 en la concentración de ion $[H^+]$.
- Los valores de pH sirven para diferenciar entre soluciones ácidas, neutras y alcalinas.
- La constante del producto iónico es $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$ a 298 K.

Aplicaciones y habilidades:

- Resolución de problemas que impliquen pH, $[H^+]$ y $[OH^-]$.
- Los alumnos deben estar familiarizados con el uso del pHmetro y el indicador universal.

Orientación:

- No se evaluará a los alumnos sobre los valores de pOH.
- En este subtema, los alumnos solo deberán tratar ácidos y bases fuertes.
- No se requiere la dependencia de K_w con la temperatura.
- Se emplearán ecuaciones que incluyan H_3O^+ en lugar de H^+ .

Teoría del Conocimiento

- La química usa el lenguaje universal de las matemáticas como medio de comunicación. ¿Por qué es importante disponer de solo un lenguaje “científico”?

Utilización:

Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:
Matemáticas NM (tema 1.2) y Matemáticas NS (tema 1.2): Estudio de logaritmos

Objetivos generales:

- **Objetivo 3:** Los alumnos deben ser capaces de usar y aplicar el concepto de pH en contextos experimentales y teóricos variados.
- **Objetivo 6:** Una titulación ácido-base se podría controlar con un indicador o una sonda de pH.

Idea fundamental: El pH depende de la concentración de la solución. La fuerza de ácidos y bases depende de su grado de disociación en solución acuosa.

8.4 Ácidos y bases fuertes y débiles	
<p>Naturaleza de la ciencia: El perfeccionamiento de la instrumentación: el uso de técnicas analíticas avanzadas ha permitido cuantificar la fuerza relativa de ácidos y bases. (1.8) Búsqueda de tendencias y discrepancias: los patrones y anomalías respecto de las fuerzas de ácidos y bases se puede explicar a nivel molecular. (3.1) Los resultados de los experimentos o modelos se pueden usar como evidencia adicional de una afirmación: los datos de un tipo particular de reacción sustentan la idea de que en los ácidos débiles se produce un equilibrio. (1.9)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los ácidos y bases fuertes y débiles se diferencian en el grado de ionización. • Los ácidos y bases fuertes tienen mayor conductividad que los ácidos y bases débiles de igual concentración. • Un ácido fuerte es un buen donante de protones y tiene una base conjugada débil. • Una base fuerte es un buen receptor de protones y tiene un ácido conjugado débil. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciación entre ácidos fuertes y débiles en función de sus reacciones con metales, óxidos metálicos, hidróxidos metálicos, hidrogenocarbonatos metálicos, y carbonatos metálicos. Los ácidos y bases fuertes y débiles también difieren en sus conductividades eléctricas en soluciones de igual concentración. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los términos ionización y disociación se pueden usar indistintamente. • Ver la lista de ácidos y bases débiles en la sección 21 del cuadernillo de datos. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fuerza de un ácido se puede determinar usando el pH o la conductividad. ¿De qué forma las tecnologías, que trascienden nuestros sentidos, cambian o refuerzan nuestra visión del mundo? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.3: Química de las soluciones Tema 7.1: Los ácidos y bases débiles implican reacciones reversibles</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: los alumnos deben realizar experimentos cualitativos con ácidos y bases fuertes y débiles. Los ejemplos a incluir son: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, $\text{HCl}(\text{aq})$, $\text{HNO}_3(\text{aq})$, $\text{NaOH}(\text{aq})$, $\text{NH}_3(\text{aq})$. • Objetivo 7: Los alumnos podrían usar registradores de datos para investigar la fuerza de ácidos y bases.

Idea fundamental: La industrialización creciente ha conducido a una mayor producción de óxidos de nitrógeno y azufre; estos provocan la lluvia ácida, la cual, a su vez, está deteriorando nuestro medio ambiente. Estos problemas se pueden reducir con la colaboración de organizaciones nacionales e intergubernamentales.

8.5 Depositione ácida	
Naturaleza de la ciencia:	
Riesgos y problemas: los óxidos de los metales y no metales se pueden caracterizar por sus propiedades ácido-base. La deposición ácida es un tema que se puede discutir desde diferentes perspectivas. La química nos permite comprender y reducir el impacto ambiental de las actividades humanas. (4.8)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> • La lluvia es naturalmente ácida porque disuelve el CO_2 y su pH es igual a 5,6. El pH de la deposición ácida es menor de 5,6. • La deposición ácida se forma cuando los óxidos de nitrógeno o azufre se disuelven en el agua para formar HNO_3, HNO_2, H_2SO_4 y H_2SO_3. • Se deben tratar las fuentes de los óxidos de azufre y nitrógeno y los efectos de la deposición ácida. 	<ul style="list-style-type: none"> • El país contaminante y el país contaminado no son generalmente el mismo. La deposición ácida es un contaminante secundario que afecta a regiones lejanas de la fuente primaria. Resolver este problema requiere la cooperación internacional.
Aplicaciones y habilidades:	Teoría del Conocimiento:
<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de las ecuaciones que describen la combustión del azufre y el nitrógeno para originar sus óxidos y la consiguiente formación de H_2SO_3, H_2SO_4, HNO_2 y HNO_3. • Diferenciación entre los métodos de precombustión y postcombustión para la reducción de las emisiones de óxidos de azufre. • Deducción de las ecuaciones de la deposición ácida en la que intervienen metales reactivos y carbonatos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda la lluvia es ácida, pero no toda la lluvia es "lluvia ácida". Los términos científicos tienen una definición precisa. El vocabulario científico, ¿simplemente comunica nuestro conocimiento de forma neutra o puede tener una terminología cargada de valores?
	Utilización:
	Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 3.2: Carácter ácido/base de los óxidos. Opción B.2: Variación de pH y actividad enzimática. Opción C.2: El dióxido de azufre se produce por la combustión de combustibles fósiles con elevados niveles de impurezas de azufre. Sistemas Ambientales y Sociedades, tema 5.8: Depositione ácida. Geografía, opción G: Ambientes urbanos: estrés urbano y la ciudad sostenible; NS: Interacciones globales, cambio ambiental.

8.5 Depositione ácida

Objetivos generales:

- **Objetivo 6:** Se podrían investigar cuantitativamente los efectos de la lluvia ácida sobre los diferentes materiales de construcción.
- **Objetivo 8:** Una discusión del impacto de la lluvia ácida en diferentes países ayudará a tomar conciencia sobre el impacto ambiental de este contaminante secundario y las implicaciones políticas.
- **Objetivo 8:** Otras maneras de reducir la producción de óxido: se podría discutir el uso del transporte público, compartir el automóvil, etc.

Tema 9: Procesos redox

8 horas

Idea fundamental: Las reacciones redox (reducción-oxidación) juegan un papel fundamental en muchos procesos químicos y bioquímicos.

<p>9.1 Oxidación y reducción</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Cómo usar la evidencia: los cambios en la definición de oxidación y reducción (desde una que implicaba elementos específicos [oxígeno e hidrógeno], pasando por una que supone transferencia de electrones, a otra que se refiere a los números de oxidación) constituye un buen ejemplo de la forma en la que los científicos extienden las semejanzas a los principios generales. (1.9)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los términos oxidación y reducción se pueden definir como ganancia de oxígeno/pérdida de hidrógeno, transferencia electrónica o variación del número de oxidación. Un agente oxidante se reduce y un agente reductor se oxida. Los metales de transición y la mayoría de los grupos principales de no metales poseen números de oxidación variables. La serie de actividades ordena a los metales de acuerdo con la facilidad con la que se oxidan. Se puede usar el método Winkler para medir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), una medida del grado de contaminación de una muestra de agua. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de los estados de oxidación de un átomo en un ion o un compuesto. Deducción del nombre de un compuesto de un metal de transición dada su fórmula, aplicando los números de oxidación representados por números romanos. Identificación de las especies que se oxidan y reducen y los agentes oxidante y reductor, en reacciones redox. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Naciones Unidas ha reconocido el acceso al abastecimiento de agua potable limpia como un derecho humano fundamental, sin embargo se estima que más de mil millones de personas carecen de dicho suministro. Para la desinfección de los abastecimientos de agua, generalmente se utilizan agentes oxidantes tales como el cloro o el ozono que eliminan los microbios patógenos. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La química ha desarrollado un lenguaje sistemático que trajo como consecuencia que los nombres antiguos resulten obsoletos. ¿Qué se ha perdido y qué se ha ganado en este proceso? Los estados de oxidación son útiles para explicar las reacciones redox. ¿Son las conversiones artificiales una forma útil o válida de esclarecer el conocimiento? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Respiración aeróbica, baterías, células solares, pilas de combustible, decoloración de la melamina del cabello con peróxido de hidrógeno, lejía doméstica, el pardeamiento de los alimentos por exposición al aire, etc. La conducción bajo los efectos del alcohol es un problema global que tiene como consecuencia serios accidentes de carretera. Una reacción redox es la base de la prueba del alcoholímetro. Antioxidantes naturales y sintéticos en la química de los alimentos.

9.1 Oxidación y reducción	
<ul style="list-style-type: none"> • Deducción de reacciones rédox usando semiecuaciones en soluciones ácidas o neutras. • Deducción de la viabilidad de una reacción rédox a partir de la serie de actividades o los datos de reacción. • Resolución de problemas variados sobre titulaciones rédox. • Aplicación del método Winkler para calcular la DBO. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los términos “número de oxidación” y “estado de oxidación” se usan frecuentemente de forma indistinta, aunque la IUPAC los distingue formalmente. La IUPAC también recomienda que se utilicen números romanos para representar los números de oxidación. • Los estados de oxidación se deben representar con el signo antes del número, por ej. +2 y no 2+. • Deben saber el estado de oxidación del hidrógeno en los hidruros metálicos (-1) y el del oxígeno en los peróxidos (-1). <p>En la sección 25 del cuadernillo de datos se da una serie de actividades simple.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lentes fotocromáticos. • Corrosión y galvanización. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 1.3: Determinaciones experimentales de cantidades, masas, volúmenes y concentración de soluciones</p> <p>Tema 3.2: Reactividad de los halógenos</p> <p>Temas 4.1 y 4.2: Diferencia entre enlace iónico y covalente</p> <p>Tema 10.2: Oxidación de alcoholes</p> <p>Biología, temas 8.2 y 8.3: Reacciones rédox en fisiología</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la demostración de la serie de actividades, titulaciones rédox, y el uso del método de Winkler para medir la DBO. • Objetivo 8: Los agentes oxidantes como el cloro se pueden usar como desinfectantes. El uso de cloro como desinfectante es una preocupación debido a su capacidad de oxidar otras especies formando subproductos dañinos (p. ej. triclorometano).

Idea fundamental: Las pilas voltaicas convierten energía química en energía eléctrica y las celdas electrolíticas convierten energía eléctrica en energía química.

9.2 Celdas electroquímicas	
Naturaleza de la ciencia: Implicaciones éticas de la investigación: El deseo de producir energía puede estar determinado por necesidades sociales o beneficios económicos. (4.5)	
<p>Comprensión:</p> <p>Pilas voltaicas (galvánicas):</p> <ul style="list-style-type: none"> Las pilas voltaicas convierten la energía de procesos químicos espontáneos y exotérmicos en energía eléctrica. En una pila voltaica, la oxidación se produce en el ánodo (electrodo negativo) y la reducción en el cátodo (electrodo positivo). <p>Celdas electrolíticas</p> <ul style="list-style-type: none"> Las celdas electrolíticas convierten energía eléctrica en energía química, y dan lugar así a procesos no espontáneos. En una celda electrolítica, la oxidación se produce en el ánodo (electrodo positivo) y la reducción se produce en el cátodo (electrodo negativo). <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Construcción y anotación de ambos tipos de celdas electroquímicas. Explicación de cómo se usa una reacción redox para producir electricidad en una pila voltaica y cómo se conduce la corriente en una celda electrolítica. Diferencia entre flujo electrónico y flujo iónico en ambas celdas electroquímicas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La investigación en exploración espacial con frecuencia se centra en factores energéticos. La pila básica de hidrógeno-oxígeno se puede usar como fuente de energía en las naves espaciales, como las primeras construidas por la NASA en los EE. UU. La Estación Espacial Internacional constituye un buen ejemplo de proyecto multinacional que implica a la comunidad científica internacional. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Es la energía simplemente un concepto abstracto usado para justificar por qué ciertos tipos de cambios siempre están asociados entre sí? ¿Son "reales" los conceptos como el de energía? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pilas de combustible Marcapasos cardíacos <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Opción C.6: Pilas de combustible Física, tema 5.3: Celdas eléctricas</p>

<p>9.2 Celdas electroquímicas</p>	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Construcción de una pila voltaica típica con dos semiceldas de metal/ion metálico. • Objetivo 6: Los experimentos de electrólisis podrían incluir sal fundida. También podría usarse un vídeo para mostrar estos procesos. • Objetivo 8: Aunque la pila de combustible de hidrógeno se considera una alternativa eficiente y ecológica al motor de combustión interna, el almacenaje del combustible hidrógeno es un problema importante. El uso de metanol líquido, que se puede producir a partir de las plantas como combustible de carbono neutral (combustible que no contribuye al efecto invernadero), tiene un gran potencial en las pilas de combustible. ¿Cuáles son las barreras actuales para el desarrollo de las pilas de combustible?
	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de experimentos de laboratorio con pilas voltaicas típicas usando dos semiceldas de metal/ion metálico. • Dedución de los productos de la electrólisis de una sal fundida. <p>Orientación: Se debe tratar el diagrama convencional que se usa para representar pilas voltaicas.</p>

Idea fundamental: La química orgánica trata la química de los compuestos que contienen carbono.

10.1 Fundamentos de química orgánica	
<p>Naturaleza de la ciencia: Casualidad y descubrimientos científicos: PTFE y pegamento extra fuerte. (1.4) Implicaciones éticas: drogas, aditivos y pesticidas pueden tener efectos nocivos sobre las personas y el ambiente. (4.5)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una serie homóloga es un conjunto de compuestos de la misma familia, que tienen la misma fórmula general, y que difieren entre sí en una unidad estructural común. Las fórmulas estructurales se pueden representar de forma completa o condensada. Los isómeros estructurales son compuestos con la misma fórmula molecular pero diferente distribución de átomos. Los grupos funcionales son las partes reactivas de las moléculas. Los compuestos saturados contienen solo enlaces simples y los insaturados contienen enlaces dobles o triples. El benceno es un hidrocarburo aromático insaturado. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una pequeña proporción de naciones tienen el control sobre las fuentes mundiales de petróleo. La interdependencia de los países que son importadores netos y aquellos que son exportadores netos es un importante factor que configura la política global y el desarrollo económico. El grado de octano (número de octano) se puede describir como una medida estándar del rendimiento del combustible que se usa en vehículos y aviones. El grado de octano con frecuencia varía bastante entre las distintas regiones del mundo, y resulta complicado puesto que los distintos países usan diferentes maneras de expresar sus valores. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El nombre "química orgánica" tiene su origen en la idea equivocada de que era necesaria una fuerza vital para explicar la química de la vida. ¿Puede pensar ejemplos en los que el vocabulario se haya desarrollado a partir de una confusión similar? ¿Puede y debe controlarse el lenguaje para eliminar tales problemas? Kekulé afirmó que la inspiración para la estructura cíclica del benceno provino de un sueño. ¿Qué papel desempeñan las formas menos analíticas de conocimiento en la adquisición del conocimiento científico?



10.1 Fundamentos de química orgánica	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de las tendencias en cuanto a los puntos de ebullición de los miembros de una serie homóloga. • Diferenciación entre fórmula empírica, molecular y estructural. • Identificación de diferentes clases: alcanos, alquenos, alquinos, haluros de alquilo, alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ésteres, ácidos carboxílicos, aminas, amidas, nitrilos y arenos. • Identificación de grupos funcionales típicos en moléculas, p. ej. fenilo, hidroxilo, carbonilo, carboxilo, carboxamida, aldehído, éster, éter, amina, nitrilo, alquilo, alquenilo y alquinilo. • Construcción de modelos 3D (reales o virtuales) de moléculas orgánicas. • Aplicación de las reglas de la IUPAC a la nomenclatura de isómeros de cadena lineal y cadena ramificada. • Identificación de átomos de carbono primarios, secundarios y terciarios en haluros de alquilo y alcoholes, y átomos de nitrógeno primarios, secundarios y terciarios en aminas. • Discusión de la estructura del benceno usando evidencias físicas y químicas. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las fórmulas estructurales se deben discutir durante el curso. • Deben saber las fórmulas generales (p. ej. C_nH_{2n+2}) de los alcanos, alquenos, alquinos, cetonas, alcoholes, aldehídos y ácidos carboxílicos. • Es preciso que sepan diferenciar entre el nombre de la clase y el nombre del grupo funcional. Por ejemplo, OH es el grupo funcional hidroxilo, mientras que el nombre de la clase de compuestos es alcohol. 	<p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La destilación fraccionada utiliza muchos productos petroquímicos. • Pigmentos, pesticidas, herbicidas, explosivos, jabón, cosméticos, esencias sintéticas y aromatizantes. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.2: Fórmula molecular y empírica Temas 4.2 y 4.3: Estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos), enlaces múltiples, teoría TRPEV, resonancia y enlace y polaridad molecular Tema 4.4: Fuerzas intermoleculares Tema 5.3: Reacciones exotérmicas y entalpías de enlace Tema 8.4: Ácidos débiles Opción A.5: Materiales y polímeros Opciones B.2 y B.7: Proteínas Opción D.9: Estructura orgánica en medicinas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Uso de modelos moleculares o bien programas gráficos moleculares informáticos adecuados para construir modelos tridimensionales de una gran variedad de moléculas orgánicas. • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la destilación para separar líquidos o bien el uso de un evaporador giratorio para eliminar el disolvente de una mezcla.

10.1 Fundamentos de química orgánica	
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe tratar la siguiente nomenclatura: <ul style="list-style-type: none"> – Alcanos no cíclicos y haluros de alquilo hasta los halohexanos – Alquenos hasta el hexeno y alquinos hasta el hexino – Compuestos con un máximo de seis átomos de carbono (en la cadena básica para propósitos de nomenclatura) que contengan solo uno de los grupos funcionales: hidroxilo, éter, carbonilo (de aldehídos o cetonas), éster y carboxilo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: El uso de combustibles fósiles como principal fuente de energía acarrea consecuencias. Se pueden obtener muchos productos de los combustibles fósiles debido a la riqueza inherente de la química del carbono. Esto conlleva a algunas preguntas fundamentales: ¿son los combustibles fósiles demasiado valiosos como para quemarlos y en qué medida afectan al ambiente? ¿Quién debe ser el responsable de tomar las decisiones en este aspecto? • Objetivo 8: Discutir el uso de alcoholes y biocombustibles como alternativa a la gasolina y al diesel.

Idea fundamental: La estructura, el enlace y las reacciones químicas que implican las interconversiones entre grupos funcionales son las claves de la química orgánica.

10.2 Química de los grupos funcionales	
Naturaleza de la ciencia:	
<p>Uso de datos: Muchos de los progresos realizados hasta la fecha en cuanto a desarrollos y aplicaciones de la investigación científica, se han originado en reacciones químicas orgánicas claves que implican interconversiones de grupos funcionales. (3.1)</p>	
<p>Comprensión:</p> <p>Alcanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los alcanos tienen baja reactividad y sufren reacciones de sustitución por radicales libres. <p>Alquenos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los alquenos son más reactivos que los alcanos y sufren reacciones de adición. Se puede usar agua de bromo para diferenciar entre alquenos y alcanos. <p>Alcoholes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los alcoholes sufren reacciones de esterificación (o condensación) con los ácidos y algunos sufren reacciones de oxidación. <p>Haluros de alquilo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los haluros de alquilo son más reactivos que los alcanos. Pueden sufrir reacciones de sustitución (nucleófilas). Un nucleófilo es una especie rica en electrones que contiene un par electrónico solitario que dona a un átomo de carbono con déficit electrónico. <p>Polímeros:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los polímeros de adición están formados por una amplia variedad de monómeros y constituyen la base de la industria de los plásticos. <p>Benceno:</p> <ul style="list-style-type: none"> El benceno no sufre reacciones de adición con facilidad, pero sí sufre reacciones de sustitución electrófila. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El metano es un gas que causa efecto invernadero y su liberación por parte de los rumiantes en los países como Brasil, Uruguay, Argentina y Nueva Zelanda contribuye significativamente al total de emisiones de gases que causan efecto invernadero. Los vertederos también constituyen una fuente de metano y en algunos países se están desarrollando tecnologías para capturar el gas como fuente de energía para la generación de electricidad y calor. El uso incorrecto del alcohol constituye un problema creciente en muchos países y puede tener un impacto sobre sus economías y estructuras sociales. <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de alcanos como combustibles Papel del eteno en la maduración de frutos Uso de alcoholes como aditivos para combustibles Alcoholes, su función en el alcoholímetro Ésteres, usos variados: perfumes, aromatizantes alimentarios, disolventes, nitroglicerina, biocombustibles y calmantes. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 9.1: Procesos redox Opción A.5: Polímeros Opción B.3: Lípidos</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Se podrían incluir experimentos para distinguir entre alcanos y alquenos, preparar jabón y usar filtración por gravedad, filtración por vacío

10.2 Química de los grupos funcionales	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <p>Alcanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escritura de ecuaciones para la combustión completa e incompleta de hidrocarburos. • Explicación de las reacciones del metano y el etano con halógenos, por el mecanismo de sustitución por radicales libres en la que se produce la fisión homolítica fotoquímica. <p>Alquenos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escritura de las ecuaciones de las reacciones de alquenos con hidrógeno y halógenos y de alquenos simétricos con haluros de hidrógeno y agua. • Resumen de la polimerización por adición de los alquenos. • Relación entre la estructura del monómero y la del polímero y la unidad que se repite. <p>Alcoholes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escritura de las ecuaciones de combustión completa de los alcoholes. • Escritura de las ecuaciones de las reacciones de oxidación de los alcoholes primarios y secundarios (usando como agentes oxidantes dicromato (VI) de potasio o manganato (VII) de potasio acidificados). Explicación de la destilación y reflujo para aislar los productos aldehído y ácido carboxílico. • Escritura de la ecuación de la reacción de condensación de un alcohol con un ácido carboxílico en presencia de un catalizador (p. ej. ácido sulfúrico concentrado) para formar un éster. <p>Haluros de alquilo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escritura de las ecuaciones de las reacciones de sustitución de los haluros de alquilo con hidróxido de sodio acuoso. 	<p>(usando un matraz de Buchner), purificación por recristalización, reflujo y destilación, determinación del punto de fusión y extracción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: Discutir la importancia de la hidrogenación de los alcanos en la producción de alimentos, incluyendo las grasas <i>trans</i> como subproductos.

10.2 Química de los grupos funcionales

Orientación:

- En las reacciones de sustitución por radicales libres se debe hacer referencia a las etapas de iniciación, propagación y terminación. Los radicales libres se deben representar por un solo punto.
- No se requieren los mecanismos S_N1 y S_N2 , ni las reacciones de sustitución electrófilas.

Idea fundamental: Todas las mediciones tienen un límite de precisión y exactitud y esto se debe tener en cuenta al evaluar resultados experimentales.

11.1 Incertidumbres y errores en la medición y los resultados	
Naturaleza de la ciencia: Realizar mediciones cuantitativas con repeticiones para asegurar la fiabilidad: los errores de precisión, exactitud, sistemáticos y aleatorios se deben interpretar por medio de las repeticiones. (3.2, 3.4)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los datos cualitativos incluyen toda la información no numérica que se obtiene por observación, no por medición. • Los datos cuantitativos se obtienen por medición, y están siempre asociados a errores aleatorios/incertidumbres, determinados por el equipo y por las limitaciones humanas tales como el tiempo de reacción. • La propagación de los errores aleatorios en el procesamiento de datos muestra el impacto de las incertidumbres sobre el resultado final. • El diseño y el procedimiento experimental generalmente conducen a errores sistemáticos en las mediciones, que causan una desviación en determinada dirección. • La repetición de ensayos y mediciones reducirá los errores aleatorios, pero no los errores sistemáticos. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciación entre errores aleatorios y sistemáticos. • Registro de incertidumbres en todas las mediciones en forma de rango (\pm) hasta una precisión adecuada. • Discusión de las formas de reducir las incertidumbres de un experimento. • Propagación de las incertidumbres en los datos procesados, incluyendo el uso de la incertidumbre porcentual. • Discusión de los errores sistemáticos de todo el trabajo experimental, su impacto sobre los resultados y la forma de reducirlos. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como resultado de la colaboración entre siete organizaciones internacionales, incluida la IUPAC, la Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó en 1995 la <i>Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement</i>. Esta guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones, fue adoptada ampliamente en la mayoría de los países y se ha traducido a varias lenguas. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ciencia se ha descrito como un empeño público autocorrector y comunitario. ¿En qué medida se aplican también estas características a otras áreas del conocimiento? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choque de la sonda espacial Mars Climate Orbiter. • Los resultados originales del CERN respecto de la velocidad de los neutrinos fueron imperfectos. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Opción D.1: Ensayos con drogas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían explorar las diferencias entre el material de vidrio de clase A y el de clase B y sus distintas funciones.

11.1 Incertidumbres y errores en la medición y los resultados	
<ul style="list-style-type: none"> • Estimación del mayor o menor efecto de una fuente particular de error sobre el resultado final. • Cálculo del error porcentual cuando el resultado experimental se pueda comparar con un resultado teórico o aceptado. • Diferenciación entre exactitud y precisión en la evaluación de los resultados. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El número de cifras significativas de un resultado se basa en las cifras dadas en los datos. Cuando sumamos o restamos, la respuesta final se debe dar con el menor número de decimales. Cuando multiplicamos o dividimos la respuesta final se da con el menor número de cifras significativas. • Tener en cuenta que el valor de los datos se debe registrar con la misma precisión que el error aleatorio. • Se deben usar unidades del SI en todo el programa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: Considerar la obligación moral de los científicos de comunicar el alcance total de sus datos, incluyendo las incertidumbres experimentales. El caso de la "fusión fría" de Fleischmann y Pons en la década de 1990, es un ejemplo de no cumplimiento.

Idea fundamental: Los gráficos son representaciones visuales de las tendencias que presentan los datos.

11.2 Técnicas gráficas	
Naturaleza de la ciencia: La idea de correlación se puede comprobar por medio de experimentos cuyos resultados se puedan presentar gráficamente. (2.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las técnicas gráficas son un medio efectivo para comunicar el efecto de una variable independiente sobre una variable dependiente, y pueden guiar en la determinación de cantidades físicas. Los gráficos esquematizados tienen ejes rotulados pero no escalados y se usan para mostrar tendencias cualitativas, como variables que son directa o inversamente proporcionales. Los gráficos trazados tienen ejes rotulados y escalados y se usan en las mediciones cuantitativas. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dibujo de gráficos de resultados experimentales incluyendo la elección correcta de los ejes y la escala. Interpretación de gráficos para establecer relaciones entre las variables dependiente e independiente. Producción e interpretación de líneas de ajuste o curvas a través de los puntos de datos, incluida una evaluación de la posibilidad de considerarlas o no como función lineal. Cálculo de cantidades a partir de gráficos, por medición de la pendiente (gradiente) e intersección, incluidas las unidades apropiadas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los gráficos, que trascienden ampliamente las barreras del lenguaje, pueden facilitar la comunicación entre los científicos de todo el mundo. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los gráficos son representaciones visuales de los datos y por eso usan la percepción sensorial como una forma de conocimiento. ¿En qué medida su interpretación depende también de otras formas de conocimiento, como el lenguaje o la razón? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las representaciones gráficas de datos se usan ampliamente en diversas áreas como población, finanzas y modelos climáticos. La interpretación de estas tendencias estadísticas con frecuencia conduce a predicciones y por eso son la base de decisiones de políticas de gobierno en muchas áreas como salud y educación. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.3: Gráficos de volumen, temperatura y presión Tema 6.1: Gráficos de la frecuencia de distribuciones de Maxwell-Boltzmann, gráficos de concentración-tiempo y velocidad-concentración Tema 16.2: Gráfico de Arrhenius para determinar la energía de activación Tema 18.3: Curvas de titulación</p>

11.2 Técnicas gráficas	<p>Opción B.7: Cinética enzimática Opción C.5: Efecto invernadero; concentración de dióxido de carbono y temperaturas globales Opción C.7: Gráficos de primer orden/desintegración</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Objetivo 7: Se puede usar software para trazado de gráficos, incluyendo hojas de cálculo, trazado de líneas de ajuste y gradientes.
------------------------	--

Idea fundamental: Las técnicas analíticas se pueden usar para determinar la estructura de un compuesto, analizar la composición de una sustancia o determinar la pureza de un compuesto. Las técnicas espectroscópicas se usan para la identificación estructural de compuestos orgánicos e inorgánicos.

11.3 Identificación espectroscópica de compuestos orgánicos	
<p>Naturaleza de la ciencia: Avances en la instrumentación: la espectrometría de masas, la resonancia magnética nuclear protónica y la espectroscopia infrarroja han hecho que la identificación y determinación estructural de compuestos sean procesos rutinarios. (1.8) Los modelos se desarrollaron para explicar ciertos fenómenos que posiblemente no se puedan observar; por ejemplo, los espectros basados en el modelo vibratorio de los enlaces. (1.10)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> El grado de insaturación o índice de déficit de hidrógeno (IDH) se puede usar para determinar, a partir de la fórmula molecular, el número de anillos o enlaces múltiples presentes en una molécula. La espectrometría de masas (EM), la espectrometría de resonancia magnética nuclear protónica (RMN de ^1H) y la espectroscopia infrarroja (IR), son técnicas que se pueden usar para ayudar a identificar compuestos y determinar su estructura. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinación del IDH a partir de una fórmula molecular. Deducción de información sobre las características estructurales de un compuesto a partir de su composición porcentual, EM, RMN de ^1H o IR. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 3 del cuadernillo de datos se da el espectro electromagnético (EEM). Se debe comprender qué regiones se usan para cada técnica. No se requieren los principios operativos de ninguno de estos métodos. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La monitorización y análisis de toxinas y xenobióticos en el ambiente es un esfuerzo continuo que implica la colaboración de científicos de diferentes países. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las ondas electromagnéticas pueden transmitir información que trasciende nuestra percepción sensorial. ¿Cuáles son las limitaciones de la percepción sensorial como forma de conocimiento? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> La espectroscopia IR se usa en los sensores de calor y en la detección a distancia en física. Los protones de las moléculas de agua dentro de las células humanas se pueden detectar por medio de las imágenes de resonancia magnética (IRM), esto permite obtener una visión tridimensional de los órganos del cuerpo humano. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.2: Determinación de la fórmula empírica a partir de la composición porcentual o de otros datos experimentales y determinación de la fórmula molecular a partir de la fórmula empírica y datos experimentales. Tema 2.1: El átomo nuclear Tema 5.3: Entalpías de enlace</p> <p>Objetivos generales:</p>

11.3 Identificación espectroscópica de compuestos orgánicos	
<ul style="list-style-type: none"> El cuaternillo de datos contiene los rangos característicos de las absorciones en el IR (sección 26), los datos de RMN de ^1H (sección 27) y los fragmentos específicos de EM (sección 28). Para la RMN de ^1H solo se requiere la habilidad de deducir el número de ambientes (protones) y el número relativo de átomos de hidrógeno en cada ambiente. Se deben tratar las curvas de integración pero no se requieren los patrones de desdoblamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo 7: Aquí se podrían usar bases de datos espectrales. Objetivo 8: Los efectos de los diferentes gases que causan el efecto invernadero dependen de su abundancia y su capacidad de absorber radiación calórica.

Tema 12: Estructura atómica

2 horas

Idea fundamental: La naturaleza cuántica de las transiciones de energía se relaciona con los estados energéticos de los electrones en los átomos y moléculas.

12.1 Los electrones en los átomos	
<p>Naturaleza de la ciencia: Evidencia experimental para sustentar teorías: los espectros de emisión proporcionan evidencia de la existencia de niveles energéticos. (1.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> En un espectro de emisión, el límite de convergencia a mayor frecuencia corresponde a la energía de primera ionización. Las tendencias que presenta la energía de primera ionización a lo largo de los períodos, explican la existencia en los átomos de niveles energéticos principales y subniveles. Los datos de las sucesivas energías de ionización para un elemento dan información que se relaciona con las configuraciones electrónicas. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolución de problemas usando $E = h\nu$. Cálculo del valor de la energía de primera ionización a partir de datos espectrales, los cuales dan la longitud de onda o la frecuencia del límite de la convergencia. Deducción del grupo al que pertenece un elemento a partir de los datos de sus sucesivas energías de ionización. Explicación de las tendencias y discontinuidades en la primera energía de ionización a lo largo de un período. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> En 2012, dos equipos internacionales que trabajaban por separado en el gran colisionador de hadrones del CERN, anunciaron independientemente que habían descubierto una partícula cuyo comportamiento era coherente con la partícula previamente pronosticada como "bosón de Higgs". <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> "Lo que observamos no es la naturaleza misma, sino la naturaleza sometida a nuestro método inquisitivo" (Werner Heisenberg). Un electrón puede comportarse como una onda o una partícula dependiendo de las condiciones experimentales. ¿Es posible que la percepción sensorial nos proporcione un conocimiento objetivo del mundo? La ecuación de de Broglie muestra que las partículas macroscópicas poseen longitud de onda demasiado corta como para que sus propiedades ondulatorias sean observadas. ¿Es significativo hablar de propiedades que nunca se pueden percibir por los sentidos? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> El microscopio electrónico condujo a muchos avances en biología, como la ultraestructura de las células y los virus. El microscopio de efecto túnel (STM) usa una aguja de un solo átomo para escanear una superficie y proporciona una imagen tridimensional a nivel atómico.

12.1 Los electrones en los átomos	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos se dan el valor de la constante de Planck (h) y $E = hv$. • No se espera el uso de la fórmula de Rydberg en cálculos de energía de ionización. 	<p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 3.2: Tendencias periódicas Tema 4.1: Enlace iónico Tema 15.1: Entalpía de red</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Se podrían usar bases de datos para compilar gráficos de tendencias en la energía de ionización y existen simulaciones del experimento de difracción electrónica de Davisson-Germer.

Tema 13: La tabla periódica: metales de transición

4 horas

Idea fundamental: Los elementos de transición tienen propiedades características; estas propiedades se relacionan con el hecho de que todos tienen subniveles d incompletos.

13.1 Elementos de la primera fila del bloque d	
Naturaleza de la ciencia: Buscar tendencias y discrepancias: los elementos de transición siguen ciertos patrones de comportamiento. Los elementos Zn, Cr y Cu no siguen esos patrones y por ello se los considera como anómalos de la primera fila del bloque d. (3.1)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> Los elementos de transición tienen estados de oxidación variables, forman iones complejos con ligandos, originan compuestos coloreados y presentan propiedades catalíticas y magnéticas. El Zn no se considera un elemento de transición porque no forma iones con orbitales d incompletos. Los elementos de transición presentan un estado de oxidación +2 cuando pierden los electrones s. 	<ul style="list-style-type: none"> Las propiedades y usos de los metales de transición los hacen importantes mercancías internacionales. La minería de los metales preciosos constituye un factor importante para la economía de algunos países.
Aplicaciones y habilidades:	Teoría del Conocimiento:
<ul style="list-style-type: none"> Explicación de la capacidad de los metales de transición de originar estados de oxidación variables a partir de las sucesivas energías de ionización. Explicación de la naturaleza del enlace coordinado dentro de un ion complejo. Deducción de la carga total dada la fórmula del ion y los ligandos presentes. Explicación de las propiedades magnéticas de los metales de transición en función de los electrones no apareados. 	<ul style="list-style-type: none"> Los símbolos médicos de mujer y hombre se originaron en los símbolos alquimistas del cobre y el hierro. ¿Qué papel ha desempeñado la alquimia como pseudociencia en el desarrollo de la ciencia moderna?
Orientación:	Utilización:
<ul style="list-style-type: none"> En la sección 9 del cuadernillo de datos se indican las cargas de los iones de los metales de transición, mientras que en la sección 14 se indican los estados de oxidación comunes. 	<p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 9.1: Reacciones redox Tema 10.2: Oxidación de alcoholes, hidrogenación de alquenos Opción A.3: Catálisis homogénea y heterogénea</p>
	Objetivos generales:
	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Por ejemplo, se podría investigar experimentalmente los estados de oxidación del vanadio y el manganeso. Se podrían analizar metales de transición por medio de titulaciones redox. Objetivo 8: Impacto económico de la oxidación del hierro.

Idea fundamental: En un átomo aislado, los orbitales d tienen la misma energía, pero en un ion complejo se desdoblan en dos subniveles. El campo eléctrico de los ligandos puede provocar que los orbitales d en los iones complejos se desdoblén de modo que la energía de una transición electrónica entre ellos corresponde a la de un fotón de luz visible.

13.2 Complejos coloreados	
Naturaleza de la ciencia: Modelos y teorías: el color de los complejos de los metales de transición se puede explicar por medio de modelos y teorías basadas en la distribución electrónica en los orbitales d . (1.10) Transdisciplinario: la relación color-simetría se puede explorar en las ciencias, la arquitectura y las artes. (4.1)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En un ion complejo, el subnivel d se desdobla en dos conjuntos de orbitales de diferente energía. • Los complejos de los elementos del bloque d son coloreados, puesto que, cuando un electrón es excitado entre dos orbitales d, absorbe luz. • El color absorbido es el complementario del color observado. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación del efecto de la identidad del ion metálico, el número de oxidación del metal y la identidad del ligando sobre el color de los complejos de los iones d de los metales de transición. • Explicación del efecto de diferentes ligandos sobre el desdoblamiento de los orbitales d en los complejos de los metales de transición y el color que se observa en las series espectroquímicas. 	<p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 2.2: Configuración electrónica de átomos e iones</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían investigar los colores de varios iones complejos de elementos como Cr, Fe, Co, Ni y Cu. • Objetivo 7: Se podría investigar los colores de los iones complejos usando un espectrómetro registrador de datos. • Objetivo 8: Es preciso controlar cuidadosamente la concentración de los iones d de los metales de transición tóxicos en los sistemas ambientales.

13.2 Complejos coloreados**Orientación:**

- En la sección 15 del cuadernillo de datos se da la serie espectroquímica.
- En la sección 16 del cuadernillo de datos se da una lista de ligandos polidentados.
- No se espera que los alumnos recuerden el color de iones complejos específicos.
- La relación entre el color observado y el absorbido se ilustra por medio del círculo cromático de la sección 17 del cuadernillo de datos.
- No se espera que los alumnos sepan los diferentes patrones de desdoblamiento y su relación con el número de coordinación. Se requiere solamente el desdoblamiento de los orbitales 3d en un campo cristalino octaédrico.

Tema 14: Enlace químico y estructura

7 horas

Idea fundamental: Para explicar con mayor profundidad estructuras más grandes, con frecuencia se requieren conceptos y teorías de enlace más sofisticados.

14.1 Aspectos adicionales del enlace covalente y estructura	
Naturaleza de la ciencia:	
Principio de la navaja de Occam: las teorías del enlace se han modificado con el transcurso del tiempo. Es preciso que las teorías más nuevas sean tan simples como sea posible a la vez que maximicen su capacidad de explicar, por ejemplo la idea de carga formal. (2.7)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> Los enlaces covalentes son el resultado del solapamiento de orbitales atómicos. Un enlace sigma (σ) se forma por solapamiento directo frontal/extremo con extremo de orbitales atómicos, que conlleva a una densidad electrónica concentrada entre los núcleos de los átomos que se unen. Un enlace pi (π) se forma por solapamiento lateral de orbitales atómicos, que conduce a una densidad electrónica por encima y por debajo del plano de los núcleos de los átomos que se unen. La carga formal (FC) se puede usar para decidir qué estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) se prefiere entre varias. La FC es la carga que un átomo tendría si todos los átomos de la molécula tuvieran la misma electronegatividad. $FC = (\text{número de electrones de valencia}) - \frac{1}{2}(\text{número de electrones enlazantes}) - (\text{número de electrones no enlazantes})$. Se prefiere la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) cuyos átomos tengan valores de FC más próximos a cero. Las excepciones a la regla del octeto incluyen algunas especies que tienen octetos incompletos y octetos expandidos. La deslocalización involucra a electrones que en una molécula o ion son compartidos por más de un par de átomos, a diferencia de los electrones que se circunscriben a un solo par de átomos. La resonancia supone la necesidad de usar dos o más estructuras de Lewis (representaciones de electrones mediante puntos) para representar una molécula o ion. Una estructura de resonancia consiste en la existencia de una, dos o más estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) alternativas para representar una molécula o ion que no se puede describir completamente con una única estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos). 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo ha variado la disminución de la capa de ozono a lo largo del tiempo? ¿Qué hemos hecho como comunidad global para reducir la disminución de la capa de ozono? ¿En qué medida la disminución de la capa de ozono constituye un ejemplo de éxito y fracaso para resolver un problema ambiental internacional? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El enlace covalente se puede describir usando la teoría de los enlaces de valencia o la de los orbitales moleculares. ¿En qué medida el disponer de alternativas para describir el mismo fenómeno constituye una fuerza o una debilidad? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Acción de las drogas y vínculos con estructuras moleculares Ciencia de la visión y vínculos con estructuras moleculares <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 4.2 y 4.3: Estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos), TRPEV, resonancia y enlace y polaridad molecular Tema 10.1: Formas de las moléculas orgánicas Tema 13.1: Química de los metales de transición</p>
Aplicaciones y habilidades:	

14.1 Aspectos adicionales del enlace covalente y estructura	
<ul style="list-style-type: none"> • Predicción de la formación de enlaces sigma (σ) o pi (π) por combinación lineal de orbitales atómicos. • Deducción de las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de moléculas e iones que muestran todos los electrones de valencia hasta seis pares de electrones por átomo. • Aplicación de la FC para determinar qué estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) tiene preferencia entre diferentes estructuras de Lewis posibles. • Deducción, usando la TRPEV, de la geometría de dominio electrónico y la geometría molecular con cinco y seis dominios y los ángulos de enlace asociados. • Explicación de la longitud de onda necesaria para disociar el oxígeno y el ozono. • Descripción del mecanismo de la catálisis de la disminución de la capa de ozono catalizada por los CFC y NO_x. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe incluir la combinación lineal de orbitales atómicos para formar orbitales moleculares en el contexto de la formación de enlaces sigma (σ) y pi (π). • Se debe incluir la polaridad molecular de las geometrías correspondientes a cinco y seis dominios electrónicos. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 1: Impacto global de la disminución de la capa de ozono. • Objetivo 7: Se pueden usar simuladores informáticos para realizar modelos de estructuras pronosticadas por medio de la TRPEV. • Objetivo 8: Implicaciones morales, éticas, sociales, económicas y ambientales de la disminución de la capa de ozono y su solución.

Idea fundamental: La hibridación es consecuencia de la combinación de orbitales atómicos para formar el mismo número de orbitales nuevos híbridos equivalentes que tienen la misma energía media que los orbitales atómicos que los forman.

14.2 Hibridación	
Naturaleza de la ciencia: La necesidad de considerar teorías como inciertas: La hibridación, desde el punto de vista de la teoría del enlace de valencia puede explicar geometrías moleculares, pero es limitada. La mecánica cuántica comprende varias teorías para explicar el mismo fenómeno, dependiendo de requisitos específicos. (2.2)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un orbital híbrido es el resultado de combinar diferentes tipos de orbitales atómicos del mismo átomo. <p>Aplicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicación de la formación de los orbitales híbridos sp^3, sp^2 y sp en el metano, etano y etino. Identificación y explicación de las relaciones entre estructuras de Lewis (representaciones de electrones mediante puntos), dominios electrónicos, geometrías moleculares y tipos de hibridación. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los alumnos solo deben considerar especies con hibridación sp^3, sp^2 y sp. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La hibridación es una estrategia matemática que nos permite relacionar el enlace en una molécula con su simetría. ¿Cuál es la relación entre las ciencias naturales, las matemáticas y el mundo natural? ¿Qué papel juega la simetría en las diferentes áreas del conocimiento? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 4.3: Estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos), TRPEV, resonancia y enlace y polaridad molecular Tema 10.1: Formas de las moléculas orgánicas Tema 13.1: Química de los metales de transición</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 7: Se podrían usar simuladores informáticos para construir modelos de orbitales híbridos.

Tema 15: Energía/termoquímica

7 horas

Idea fundamental: El concepto de que la variación de energía de una reacción en una sola etapa es equivalente a la suma de etapas más pequeñas se puede aplicar a los cambios en los que intervienen compuestos iónicos.

15.1 Ciclos de energía	
Naturaleza de la ciencia: Realizar mediciones cuantitativas con repeticiones para asegurar la fiabilidad: los ciclos de energía permiten calcular los valores que no se pueden determinar directamente. (3.2)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se pueden usar ecuaciones representativas (por ej. $M^+(g) \rightarrow M^+(aq)$) para las entalpías/energías de hidratación, ionización, atomización, afinidad electrónica, de red, enlace covalente y de disolución. La entalpía de disolución, la entalpía de hidratación y la entalpía de red se relacionan en un ciclo de energía. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Construcción de ciclos de Born-Haber para óxidos y cloruros de los grupos 1 y 2. Construcción de ciclos de energía a partir de las entalpías de hidratación, de red y de disolución. Por ejemplo, disolución de NaOH o NH_4Cl sólidos en agua. Cálculo de variaciones de entalpía a partir de ciclos de Born-Haber o ciclos de energía de disolución. Relación del tamaño y la carga de los iones con las entalpías de red y de hidratación. Realización de experimentos de laboratorio que podrían incluir reacciones de desplazamiento simple en soluciones acuosas. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> No se evaluará el efecto polarizante de algunos iones que producen carácter covalente en algunas sustancias fundamentalmente iónicas. Se deben incluir los siguientes términos de entalpía/energía: de ionización, de atomización, de afinidad electrónica, de red, de enlace covalente, de hidratación y de disolución. 	<p>Mentalidad interdisciplinaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Siempre es importante ser capaz de obtener medidas de algo que no se pueda medir directamente. Temperaturas de perforaciones, profundidad de nieve, recesión de glaciares, velocidades de evaporación y ciclos de precipitación son, entre otros, indicadores indirectos del calentamiento global. ¿Por qué es importante para los países colaborar en la lucha contra los problemas globales como el calentamiento global? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Otros ciclos de energía: el ciclo del carbono, el ciclo de Krebs y la transferencia de electrones en biología. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 1.2 y 1.3: Relaciones estequiométricas Tema 3.2: Energía de ionización, radio atómico e iónico Tema 5.3: Entalpía de enlace</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 4: Discutir la fuente de valores aceptados y usar esta idea para debatir sobre experimentos. Objetivo 6: Un posible experimento es calcular la entalpía de cristalización del agua o la capacidad calorífica del agua cuando se añade un cubo de hielo al agua caliente. Objetivo 7: Uso de registradores de datos para registrar variaciones de temperatura. Uso de bases de datos como fuentes de los valores aceptados.

15.1 Ciclos de energía		<ul style="list-style-type: none">• En el cuadernillo de datos se dan los valores de las entalpías de red (sección 18), entalpías de soluciones acuosas (sección 19) y entalpías de hidratación (sección 20).
-------------------------------	--	---

Idea fundamental: Una reacción es espontánea si la transformación total produce un aumento de la entropía total (sistema más alrededores). La dirección del cambio espontáneo siempre aumenta la entropía total del universo a expensas de la energía disponible para realizar trabajo útil. Esto se conoce como segundo principio de la termodinámica.

15.2 Entropía y espontaneidad	
Naturaleza de la ciencia: Las teorías pueden ser reemplazadas: la idea de entropía ha evolucionado a lo largo de los años como resultado de los desarrollos en estadística y probabilidad. (2.2)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La entropía (S) se refiere a la distribución de la energía disponible entre las partículas. Cuanto mayor sean las formas de distribuir la energía, mayor será la entropía. • La energía libre de Gibbs (G) relaciona la energía que se puede obtener a partir de una reacción química con la variación de entalpía (ΔH), la variación de entropía (ΔS) y la temperatura absoluta (T). • La entropía de un gas > líquido > sólido en las mismas condiciones. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predicción del aumento o disminución de la entropía de un cambio teniendo en cuenta los estados de los reactivos y los productos. • Cálculo de la variación de entropía (ΔS) dados los valores de entropía estándar (S°). • Aplicación de $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ para predecir la espontaneidad y cálculo de varias condiciones de entalpía y temperatura que la afecten. • Relación de ΔG con la posición de equilibrio. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La energía sostenible es una iniciativa de la ONU cuyo objetivo es duplicar la energía sostenible hacia el final de 2030. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entropía es un término técnico que tiene un significado preciso. ¿Cuál es la importancia de los términos técnicos en las distintas áreas del conocimiento? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 5.2: Ley de Hess Tema 5.3: Entalpía de enlace Tema 7.1: Equilibrio Opción C.1: Calidad de la energía Física, opción B.2: Termodinámica</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos 1, 4 y 7: Uso de bases de datos para investigar reacciones hipotéticas capaces de generar energía. • Objetivo 6: Se podrían realizar varias veces experimentos donde se investiguen procesos endotérmicos y exotérmicos para comparar la fiabilidad de los datos repetitivos y compararlos con los valores teóricos.

15.2 Entropía y espontaneidad

Orientación:

- Examinar varias condiciones de reacción que afecten ΔG .
- ΔG es una forma conveniente de considerar la variación directa de entropía resultante de la transformación de los agentes químicos y la variación de entropía indirecta de los alrededores como resultado de la ganancia/pérdida de energía calórica.
- En la sección 12 del cuadernillo de datos se proporcionan datos termodinámicos.

Idea fundamental: Las expresiones de velocidad solo se pueden determinar empíricamente y esto limita los posibles mecanismos de reacción. En casos particulares, como el de las reacciones elementales de cadena lineal, sin equilibrios y con una sola barrera de activación significativa, la ecuación de velocidad es equivalente a la etapa más lenta de la reacción.

16.1 Expresión de velocidad y mecanismo de reacción	
Naturaleza de la ciencia:	
Principio de la navaja de Occam: es preciso que las teorías más nuevas se mantengan tan sencillas como sea posible al mismo tiempo que maximicen su poder explicativo. La baja probabilidad de que tres moléculas colisionen significa que los mecanismos por etapas son más probables. (2.7)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> Las reacciones pueden producirse en más de una etapa y la etapa más lenta determina la velocidad de reacción (etapa que determina la velocidad de reacción). La molecularidad de una etapa elemental es el número de partículas de reactivo que intervienen en esa etapa. El orden de una reacción puede ser un número entero o fraccionario. El orden de una reacción describe el número de partículas que intervienen en la etapa que determina la velocidad de reacción con respecto a un reactivo. Las ecuaciones de velocidad solo se pueden determinar experimentalmente. El valor de la constante de velocidad (k) es afectado por la temperatura y sus unidades están determinadas por el orden total de la reacción. Los catalizadores alteran el mecanismo de una reacción; mediante la introducción de una etapa de menor energía de activación. 	<ul style="list-style-type: none"> El primer catalizador industrial se utilizó en la producción de ácido sulfúrico. Durante mucho tiempo, la producción de ácido sulfúrico reflejó estrechamente la solidez económica de un país. ¿Cuáles son algunos de los indicadores actuales de la solidez económica de un país? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El mecanismo de una reacción puede ser respaldado por medio de evidencias indirectas. ¿Cuál es el papel de la evidencia empírica en las teorías científicas? ¿Podemos tener siempre la certeza en ciencia? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> La investigación sobre agentes cancerígenos, agentes destructores del cáncer e inhibidores se centra en la identificación de los mecanismos. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 20.1: Mecanismos orgánicos, especialmente S_N1 y S_N2 Opción A.3: Catalizadores Biología, tema 8.1: Acción de las enzimas como catalizadores</p>

16.1 Expresión de velocidad y mecanismo de reacción	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deducción de la expresión de velocidad para una ecuación a partir de datos experimentales y resolución de problemas que impliquen la expresión de velocidad. • Esquematización, identificación y análisis de representaciones gráficas de reacciones de orden cero, primer orden y segundo orden. • Evaluación de mecanismos de reacción propuestos en consonancia con la cinética y los datos estequiométricos. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se limitarán los cálculos a órdenes con valores de números enteros. • Considerar gráficos de concentración en función del tiempo y velocidad en función de concentración. • Usar perfiles de niveles de energía potencial para ilustrar reacciones en varias etapas, mostrando en el perfil que la etapa determinante de la velocidad tiene mayor E_a. • Los catalizadores intervienen en la etapa que determina la velocidad. • Se deben considerar reacciones en las que la etapa que determina la velocidad no sea la primera. • Es apropiado cualquier experimento que permita a los alumnos variar las concentraciones para ver el efecto sobre la velocidad y por consiguiente determinar una ecuación de velocidad apropiada. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Se pueden usar bases de datos, registradores de datos y otras aplicaciones TIC para investigar mecanismos propuestos para el trabajo de laboratorio realizado y llevar a cabo experimentos virtuales para investigar los factores que influyen sobre las ecuaciones de velocidad.

Idea fundamental: La energía de activación de una reacción se puede determinar a partir del efecto de la temperatura sobre la velocidad de dicha reacción.

16.2 Energía de activación	
Naturaleza de la ciencia: Las teorías se pueden respaldar o refutar y reemplazar por nuevas teorías: el variar la temperatura de una reacción tiene un efecto mayor sobre la velocidad de reacción que el que se podría explicar por su efecto sobre las velocidades de colisión. Esto condujo al desarrollo de la ecuación de Arrhenius que propone un modelo cuantitativo para explicar el efecto de la variación de la temperatura sobre la velocidad de reacción. (2.5)	
Comprensión:	Utilización:
<ul style="list-style-type: none"> La ecuación de Arrhenius emplea la dependencia de la temperatura con la constante de velocidad, para determinar la energía de activación. El gráfico de $1/T$ en función de $\ln k$ es lineal y su gradiente es $-E_a/R$ y el intercepto, $\ln A$. El factor de frecuencia (o factor pre-exponencial) (A) tiene en cuenta la frecuencia de las colisiones con orientación adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> Las luces centelleantes de las luciérnagas se producen por un proceso químico en el que intervienen enzimas. La relación entre la hipótesis de "llave y cerradura" de las enzimas y la ecuación de Arrhenius. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 6.1: Teoría de las colisiones</p>
Aplicaciones y habilidades:	Objetivos generales:
<ul style="list-style-type: none"> Análisis de la representación gráfica de la ecuación de Arrhenius en su forma lineal $\ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A$. Uso de la ecuación de Arrhenius $k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$. Descripción de las relaciones entre temperatura y constante de velocidad; factor de frecuencia y complejidad de las moléculas colisionantes. Determinación y evaluación de valores de energía de activación y factores de frecuencia a partir de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos 4 y 7: Uso de simulaciones y experimentos virtuales para estudiar el efecto de la temperatura y los factores estéricos sobre la velocidad de reacción. Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la realización de varias lecturas de temperatura para la obtención de datos suficientes como para construir un gráfico. Objetivo 7: Se pueden emplear calculadoras gráficas para ingresar los datos con facilidad y analizar los valores de E_a y factor de frecuencia.

16.2 Energía de activación

Orientación:

- Usar diagramas de niveles energéticos para ilustrar reacciones que se producen en varias etapas, mostrando en el diagrama la etapa determinante de la velocidad.

- Considerar varias fuentes de datos usando la expresión lineal $\ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A$. La expresión $\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ se provee en el cuadernillo de datos.

Idea fundamental: La ley de equilibrio cuantifica la posición de equilibrio. La constante de equilibrio para una reacción en particular solo depende de la temperatura.

17.1 Ley de equilibrio	
Naturaleza de la ciencia: Utilizar razonamiento cuantitativo: las expresiones de velocidad para las reacciones directa e inversa determinadas experimentalmente se pueden deducir directamente de las ecuaciones estequiométricas y permiten aplicar el principio de Le Châtelier. (1.8, 1.9)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> El principio de Le Châtelier para los cambios de concentración se puede explicar por medio de la ley de equilibrio. La posición de equilibrio corresponde al valor máximo de entropía y al valor mínimo de energía libre de Gibbs. La variación de energía libre de Gibbs de una reacción y la constante de equilibrio se pueden usar para medir la posición de una reacción de equilibrio y se relacionan por medio de la ecuación, $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolución de problemas sobre equilibrios homogéneos usando la expresión de K_c. Relación entre ΔG° y la constante de equilibrio. Cálculos donde se use la ecuación $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 1 del cuadernillo de datos se da la expresión $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. No se espera que los alumnos deduzcan la expresión $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. No se evaluará el uso de ecuaciones cuadráticas. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La ley de equilibrio se puede deducir suponiendo que el orden de la reacción directa e inversa coincide con los coeficientes de la ecuación química. ¿Cuál es el papel del razonamiento deductivo en la ciencia? Podemos usar las matemáticas con éxito para modelar sistemas en equilibrio. ¿Se debe esto a que creamos las matemáticas para reflejar la realidad o porque la realidad es intrínsecamente matemática? En ciencia, muchos problemas se pueden resolver solo cuando hacemos suposiciones que simplifican las matemáticas. ¿Cuál es el papel de la intuición en la resolución de problemas? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> El concepto de sistema cerrado en equilibrio dinámico se puede aplicar a varios sistemas en ciencias biológicas, ambientales y humanas. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.3: Ecuaciones estequiométricas Tema 7.1: Equilibrio Tema 18.2: Equilibrios de ácidos y bases débiles Opción A.10: K_{ps} Opciones B.7 y D.4: Cálculos con soluciones tampón (<i>buffer</i>)</p>

17.1 Ley de equilibrio	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Objetivo 6: Se podría investigar experimentalmente la constante de equilibrio para una reacción de esterificación y otras reacciones.• Objetivo 7: El concepto de equilibrio dinámico se puede ilustrar por medio de animaciones informáticas.
------------------------	--

Tema 18: Ácidos y bases

10 horas

Idea fundamental: El concepto de ácido-base se puede extender a reacciones que no implican transferencia de protones.

18.1 Ácidos y bases de Lewis	
Naturaleza de la ciencia: Las teorías se pueden respaldar, refutar o reemplazar por nuevas teorías: las teorías ácido-base se pueden extender a un campo de aplicaciones más amplio considerando los pares electrónicos solitarios. La teoría de Lewis no invalida la teoría de Brønsted-Lowry sino que la amplía. (2.5)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un ácido de Lewis es receptor de un par solitario y una base de Lewis es donante de un par solitario. • Cuando una base de Lewis reacciona con un ácido de Lewis se forma un enlace coordinado. • Un nucleófilo es una base de Lewis y un electrófilo es un ácido de Lewis. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la teoría ácido-base de Lewis a la química inorgánica y orgánica para identificar el papel de las especies reaccionantes. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben estudiar ejemplos orgánicos e inorgánicos. • Se deben discutir las relaciones entre ácidos y bases de Brønsted-Lowry y Lewis. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La teoría ácido-base se ha desarrollado a partir de ideas de personas de distintas partes del mundo por medio de la colaboración y la competencia. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En ocasiones, el mismo fenómeno se puede explorar desde diferentes perspectivas y explicar por medio de diferentes teorías. Por ejemplo, ¿juzgamos las teorías rivales por su universalidad, simplicidad o sofisticación? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 4.2 y 4.3: Moléculas covalentes y diagramas de puntos de Lewis Tema 13.2: Complejos de los metales de transición Tema 20.1: Nucleófilos</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían explorar experimentalmente los complejos de los metales de transición. • Objetivo 7: Se pueden usar animaciones para distinguir entre las diferentes teorías ácido-base.

Idea fundamental: La ley de equilibrio se puede aplicar a las reacciones ácido-base. Los problemas numéricos se pueden simplificar realizando suposiciones acerca de las concentraciones relativas de las especies implicadas. El uso de logaritmos también es importante.

18.2 Cálculos con ácidos y bases	
Naturaleza de la ciencia: Obtener evidencias para las teorías científicas—la aplicación de la ley de equilibrio permite determinar la fuerza de ácidos y bases y relacionarla con su estructura molecular. (1.9)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La expresión de la constante de disociación de un ácido débil (K_a) y una base débil (K_b) • Para un par ácido base conjugado, $K_a \times K_b = K_w$ • La relación entre K_a y pK_a es ($pK_a = -\log K_a$), y entre K_b y pK_b es ($pK_b = -\log K_b$). <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas que incluyan $[H^+ (aq)]$, $[OH^- (aq)]$, pH, pOH, K_a, pK_a, K_b y pK_b. • Discusión de las fuerzas relativas de ácidos y bases usando valores de K_a, pK_a, K_b y pK_b. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El valor de K_w depende de la temperatura. • El cálculo de pH en las soluciones tampón (<i>buffer</i>) solo se evaluará en las opciones B.7 y D.4. • Solo se evaluarán ejemplos que supongan la transferencia de un protón. • Se puede evaluar sobre cálculos de pH a temperaturas distintas de 298 K. • Los alumnos deben informar cuando realicen aproximaciones en los cálculos de equilibrio. • No se evaluará el uso de ecuaciones cuadráticas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las matemáticas son un lenguaje universal. La naturaleza matemática de este tema favorece una comunicación más objetiva entre químicos que hablen diferentes lenguas. <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 8.1: Pares ácido-base conjugados Tema 8.3: El concepto de pH Tema 8.4: Ácidos y bases fuertes y débiles Opciones B.7 y D.4: Soluciones tampón (<i>buffer</i>)</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían investigar experimentalmente las propiedades de los ácidos fuertes y débiles.

Idea fundamental: Las curvas de pH se pueden investigar experimentalmente, pero están determinadas matemáticamente por las constantes de disociación del ácido y la base. Se puede usar un indicador con un punto final adecuado para determinar el punto de equivalencia de la reacción.

18.3 Curvas de pH	
Naturaleza de la ciencia:	
La mayor potencia de los instrumentos y los avances en las técnicas disponibles: el desarrollo de los pehachimetros ha permitido una medición de pH más fiable y rápida. (3.7)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características de las curvas de pH producidas por las diferentes combinaciones de ácidos y bases fuertes y débiles. • Un indicador ácido-base es un ácido débil o una base débil en el que los componentes del par ácido-base conjugado tienen diferente color. • La relación entre el rango de pH de un indicador ácido-base, que es un ácido débil, y su valor de pK_a. • La región tampón de la curva de pH representa la región en la que pequeños agregados de ácido o base provocan poca o ninguna variación de pH. • Composición y acción de una solución tampón. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de las formas generales y las características importantes de los gráficos de pH en función del volumen para titulaciones de ácidos y bases fuertes y débiles. • Elección de un indicador apropiado para una titulación, dado el punto de equivalencia de la titulación y el punto final del indicador. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Es una curva de pH una descripción adecuada de la realidad o una representación artificial? ¿Nos ofrece la ciencia una representación de la realidad? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 5.1: Titulaciones termométricas/conductimétricas</p> <p>Tema 16.2: ¿Cuáles son las características matemáticas inusuales de una curva de pH? Además, los alumnos deben familiarizarse con el uso de logaritmos naturales para usar la ecuación de Arrhenius en el tema 16.2.</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la investigación de curvas de pH, determinación del pK_a de un ácido débil, preparación e investigación de una solución tampón y determinación del pK_a de un indicador. • Objetivo 7: Se pueden usar registradores de datos, bases de datos y simulaciones. Por ejemplo, el punto de equivalencia se podría determinar usando una sonda de conductividad o una sonda de temperatura.

18.3 Curvas de pH	
<ul style="list-style-type: none"> • A pesar de que la naturaleza del tampón ácido-base permanece invariable, las soluciones tampón se pueden preparar bien mezclando un ácido/base débil con una solución de una sal que contenga su conjugado o por neutralización parcial de un ácido/base débil con una base/ácido fuerte. • Predicción del pH relativo de soluciones acuosas salinas formadas por las diferentes combinaciones de ácidos y bases fuertes y débiles. 	
<p>Orientación:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Solo se evaluarán ejemplos que impliquen la transferencia de un protón. Las características importantes son: <ul style="list-style-type: none"> - Intersección con el eje de pH - Punto de equivalencia - Región tampón - Puntos en los que $pK_a = pH$ o $pK_b = pOH$. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Para un indicador que es un ácido débil: 	$HIn(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + In^-(aq)$ <p style="text-align: center;">Color A Color B</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Se puede considerar que la variación de color se produce en el rango $pK_a \pm 1$. 	

18.3 Curvas de pH	
<ul style="list-style-type: none">• Para un indicador que es una base débil: $\text{BOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{B}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$<p>Color A Color B</p>• En la sección 22 del cuadernillo de datos se dan ejemplos de indicadores.• Se deben considerar sales formadas a partir de las cuatro combinaciones posibles de ácidos y bases fuertes y débiles. No se requieren los cálculos.	

Idea fundamental: Las conversiones entre energía eléctrica y química son el núcleo de las celdas electroquímicas.

19.1 Celdas electroquímicas	
Naturaleza de la ciencia: Emplear razonamiento cuantitativo: los potenciales de electrodo y el electrodo estándar de hidrógeno. (3.1) Colaboración e implicaciones éticas: los científicos han colaborado para trabajar con las tecnologías de las celdas electroquímicas y tienen que considerar las implicaciones ambientales y éticas del uso de pilas de combustible y pilas de combustible microbiano. (4.5)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> Una pila voltaica genera una fuerza electromotriz (fem) que se traduce en el movimiento de los electrones desde el ánodo (electrodo negativo) hacia el cátodo (electrodo positivo) a través del circuito externo. La fem expresa el potencial de la pila (E^0). El electrodo estándar de hidrógeno (EEH) está formado por un electrodo inerte de platino en contacto con iones hidrógeno de concentración 1 mol dm^{-3} e hidrógeno gaseoso a 100 kPa y 298 K. El potencial estándar de electrodo (E^0) es el potencial (voltaje) de la semiecuación de reducción en condiciones estándar, medido con respecto al EEH. La concentración de soluto es de 1 mol dm^{-3} o para gases de 100 kPa. El valor de E^0 para el EEH es 0V. Cuando se electroilizan soluciones acuosas, el agua se oxida a oxígeno en el ánodo y se reduce a hidrógeno en el cátodo. $\Delta G^0 = -nFE^0$. Cuando E^0 es positivo, ΔG^0 es negativo, indica que el proceso es espontáneo. Cuando E^0 es negativo, ΔG^0 es positivo, indica que el proceso no es espontáneo. Cuando E^0 es igual a 0, entonces ΔG^0 es igual a 0. La corriente, la duración de la electrólisis y la carga del ion afectan la cantidad de producto formado en los electrodos durante la electrólisis. La electrodeposición consiste en el recubrimiento electrofítico de un objeto con una delgada capa metálica. 	<ul style="list-style-type: none"> Muchas celdas electroquímicas pueden actuar como fuentes de energía y así paliar los problemas energéticos del mundo, pero algunas como la pila super eficiente de combustible microbiano (PCM), también llamada pila de combustible biológico) puede contribuir a mantener limpio el ambiente. ¿De qué forma los gobiernos nacionales y la comunidad internacional establecen prioridades para la financiación de las investigaciones? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El EEH constituye un ejemplo de referencia arbitraria. ¿Sería diferente nuestro conocimiento científico si eligiéramos referencias distintas? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Electrodeposición. Procesos electroquímicos en odontología. Corrosión de los metales. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 1.2 y 1.3; Problemas que impliquen la constante de Avogadro, cantidad de sustancia y ecuación de los gases ideales Tema 9.1; Procesos rédox Tema 15.2: Espontaneidad de reacción</p>
Aplicaciones y habilidades:	Opción C.6: Ecuación de Nernst Biología, opción B.3: protección ambiental; tratamiento de residuos y pilas de combustible microbiano
<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de potenciales de una pila usando potenciales de electrodo estándar. Predicción de la espontaneidad de una reacción a partir de los valores de E^0. 	

19.1 Celdas electroquímicas	
<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la variación de energía libre estándar (ΔG°) a partir de los potenciales de electrodo estándar. • Explicación de los productos formados durante la electrólisis de soluciones acuosas. • Realización de experimentos que podrían incluir reacciones de desplazamiento simple en soluciones acuosas. • Determinación de las cantidades relativas de productos formados durante procesos electrolíticos. • Explicación del proceso de electrodeposición. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los procesos electrolíticos a tratar en teoría deben incluir la electrólisis de soluciones acuosas (p. ej. cloruro de sodio, sulfato de cobre (II), etc.) y agua usando electrodos inertes de platino o grafito y electrodos de cobre. Las explicaciones se deben referir a los valores de E°, la naturaleza de los electrodos y la concentración de electrolito. • La ecuación $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$ está en la sección 1 del cuadernillo de datos. • La constante de Faraday = $96\,500\text{ C mol}^{-1}$ está en la sección 2 del cuadernillo de datos. • Deben comprender el término "celdas en serie". 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: Las pilas de combustible biológico pueden producir energía eléctrica para alimentar aparatos eléctricos, casas, fábricas, etc. Pueden ayudar a mantener limpio el ambiente. Las pilas de combustible microbiano (PCM) alimentadas por los microbios de los desechos pueden limpiar los desechos y como resultado se podría realizar el tratamiento de aguas residuales sin costo alguno.

Idea fundamental: Los tipos de reacciones orgánicas fundamentales son la sustitución nucleófila, la adición electrofílica, la sustitución electrofílica y las reacciones redox. Los mecanismos de reacción varían y ayudan a comprender los diferentes tipos de reacción que se producen.

20.1 Tipos de reacciones orgánicas	
<p>Naturaleza de la ciencia: Buscar tendencias y discrepancias: por medio de la comprensión de los distintos tipos de reacciones orgánicas y sus mecanismos es posible sintetizar nuevos compuestos con propiedades innovadoras que se pueden usar en varias aplicaciones. Los tipos de reacciones orgánicas encajan en diferentes categorías. (3.1) Colaboración e implicaciones éticas: los científicos han colaborado para trabajar en la investigación de nuevas rutas de síntesis y han considerado las implicaciones éticas y ambientales de adoptar una química ecológica. (4.1, 4.5)</p>	
<p>Comprensión: Reacciones de sustitución nucleófila:</p> <ul style="list-style-type: none"> S_N1 representa una reacción de sustitución nucleófila monomolecular y S_N2 representa una reacción de sustitución nucleófila bimolecular. S_N1 supone un carbocatión intermedio. S_N2 implica una reacción concertada con un estado de transición. Para los haluros de alquilo terciarios, el mecanismo predominante es S_N1 y para los haluros de alquilo primarios, es el S_N2. Los haluros de alquilo secundarios pueden reaccionar por medio de ambos mecanismos. En una reacción S_N1, la etapa que determina la velocidad (etapa lenta) depende solo de la concentración del haluro de alquilo, velocidad = $k[\text{haluro de alquilo}]$. Para una reacción S_N2, velocidad = $k[\text{haluro de alquilo}][\text{nucleófilo}]$. La reacción S_N2 es estereoespecífica con una inversión de la configuración en el carbocatión. Las reacciones S_N2 se producen mejor usando solventes apróticos, no polares y las reacciones S_N1 se producen mejor usando solventes próticos, polares. <p>Reacciones de adición electrofílica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un electrófilo es una especie con déficit electrónico que puede aceptar pares de electrones de un nucleófilo. Los electrófilos son ácidos de Lewis. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué papel desempeñan la química ecológica y sostenible, en relación con la química orgánica en un contexto global? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> La síntesis orgánica desempeña un papel fundamental en el diseño de drogas y la incorporación de drogas en medicina y bioquímica. La química orgánica es la base de la nutrición, ciencia de los alimentos y la biotecnología. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 10.1 y 10.2: Química orgánica Tema 14.1: Enlace covalente Tema 14.2: Hibridación Opciones A.5 y A.9: Polímeros</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Se podrían visualizar compuestos orgánicos de forma tridimensional usando modelos moleculares.

20.1 Tipos de reacciones orgánicas	
<p>• Se puede aplicar la regla de Markovnikov para predecir el producto principal de las reacciones de adición electrófila de alquenos asimétricos con haluros de hidrógeno e interhalógenos. La formación del producto principal se puede explicar en función de la estabilidad relativa de los carbocationes posibles en el mecanismo de reacción.</p> <p>Reacciones de sustitución electrófila:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El benceno es el hidrocarburo aromático más simple (o areno) y posee estructura deslocalizada de enlaces π alrededor de su anillo. El orden de enlace de cada enlace carbono a carbono es de 1,5. El benceno es susceptible de ser atacado por los electrófilos. <p>Reacciones de reducción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los ácidos carboxílicos se pueden reducir a alcoholes primarios (pasando por el aldehído). Las cetonas se pueden reducir a alcoholes secundarios. Los agentes de reducción típicos son el hidruro de litio y aluminio (utilizado para reducir ácidos carboxílicos) y el borohidruro de sodio. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <p>Reacciones de sustitución nucleófila:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de por qué el hidróxido es mejor agente nucleófilo que el agua. • Deducción del mecanismo de reacciones de sustitución nucleófila de haluros de alquilo con hidróxido de sodio acuoso en función de los mecanismos S_N1 y S_N2. Explicación de la dependencia entre la velocidad y la identidad del halógeno (es decir, el grupo saliente), del tipo de haluro, primario, secundario o terciario y de la elección del solvente. • Descripción de la diferencia entre solventes próticos y apróticos. <p>Reacciones de adición electrófila:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deducción del mecanismo de las reacciones de adición electrófila de alquenos con halógenos/interhalógenos y haluros de hidrógeno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podría realizar una gama de experimentos sobre reacciones de síntesis orgánicas explorando varios tipos de reacciones e interconversiones de grupos funcionales. Las técnicas básicas de química orgánica podrían incluir reflujo, destilación, filtración, purificación (incluso técnicas cromatográficas), separación y extracción. • Objetivo 6: Síntesis (o reacción) en el laboratorio de un ejemplo de droga o medicina ampliamente usada (p. ej. aspirina) o bien un producto doméstico (p. ej. decoloración del ketchup de tomate: reacción de adición electrófila del bromo).

20.1 Tipos de reacciones orgánicas

Reacciones de sustitución electrófila:

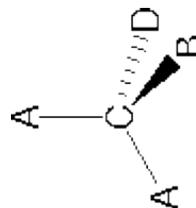
- Deducción del mecanismo de la reacción de nitración (sustitución electrófila) del benceno (usando una mezcla de ácido nítrico y ácido sulfúrico concentrados).

Reacciones de reducción:

- Escritura de reacciones de reducción de compuestos que contengan el grupo carbonilo: aldehídos y cetonas a alcoholes primarios y secundarios y ácidos carboxílicos a alcoholes, usando los agentes reductores adecuados.
- Conversión del nitrobeneno en fenilamina por medio de una reacción en dos etapas.

Orientación:

- Para las reacciones S_N1 se debe hacer referencia a la ruptura heterolítica.
- Se debe comprender la diferencia entre ruptura homolítica y heterolítica.
- En los mecanismos de reacción se debe enfatizar la diferencia entre flechas curvas y anzuelos.
- En la explicación de mecanismos, se debe fomentar el uso de cargas parciales ($\delta+$ y $\delta-$) y representaciones tridimensionales de caballete (usando enlaces con forma de huso como se muestra a continuación) donde sea apropiado.



- Se deben saber las condiciones típicas y los reactivos de todas las reacciones (por ej. catalizadores, agentes reductores, reflujo, etc.). Sin embargo, no es necesario incluir los detalles más precisos como las temperaturas específicas.

Idea fundamental: La síntesis orgánica es el proceso sistemático de preparación de un compuesto a partir de una amplia variedad de materiales iniciales o la síntesis de un compuesto por medio de una ruta que puede suponer una serie de etapas diferentes.

20.2 Rutas de síntesis	
Naturaleza de la ciencia: El método científico: en el diseño de una síntesis, el proceso de pensamiento de aquellos que se dedican a la química orgánica se relaciona con la retro-síntesis y la capacidad de pensar de forma inversa. (1.3)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La síntesis de un compuesto orgánico comienza en los materiales de partida disponibles pasando por una serie de etapas discretas. La interconversión entre grupos funcionales es la base de tales rutas de síntesis. • Retro-síntesis de compuestos orgánicos. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deducción de rutas de síntesis de varias etapas dados los reactivos de partida y el(los) producto(s). <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se evaluarán rutas de síntesis con conversiones de más de cuatro etapas. • Los tipos de reacción pueden ser cualquiera de los tratados en el tema 10 y el subtema 20.1. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la importancia de los productos naturales en los países en desarrollo? Explorar algunos ejemplos específicos de productos naturales disponibles en países en desarrollo que sean importantes para el mundo desarrollado. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con frecuencia se usa la retro-síntesis en el diseño de rutas de síntesis. ¿Cuál es el papel de la imaginación, la intuición y el razonamiento en la búsqueda de soluciones a los problemas prácticos? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los productos naturales son compuestos aislados de fuentes naturales e incluyen el Taxol, la mescalina y la capsatcina. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 10.1 y 10.2: Química orgánica</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Experimentos de series de rutas de síntesis orgánica (hasta un máximo de cuatro etapas).

Idea fundamental: La estereoisomería trata de isómeros que tienen diferente disposición de átomos en el espacio pero que no se diferencian en cuanto a la forma de unión de sus átomos o la multiplicidad de los enlaces (p. ej., si son simples, dobles o triples) entre ellos mismos.

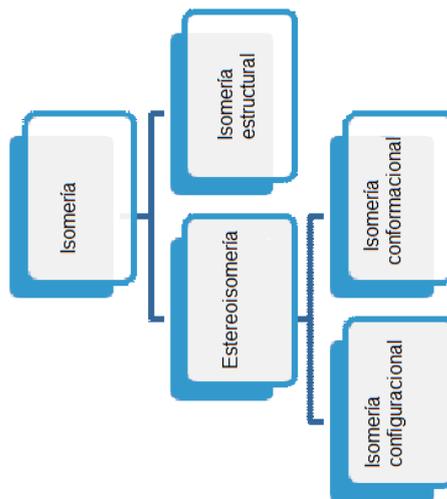
20.3 Estereoisomería

Naturaleza de la ciencia:

Transdisciplinariedad: la forma tridimensional de una molécula orgánica es la base de su estructura y con frecuencia, de sus propiedades. Una buena parte del cuerpo humano es quiral. (4.1)

Comprensión:

- Los estereoisómeros se subdividen en dos clases: los isómeros conformacionales, que se interconvierten por rotación alrededor de un enlace σ , y los isómeros configuracionales, que se interconvierten solo por ruptura y reformación de nuevos enlaces.



Mentalidad internacional:

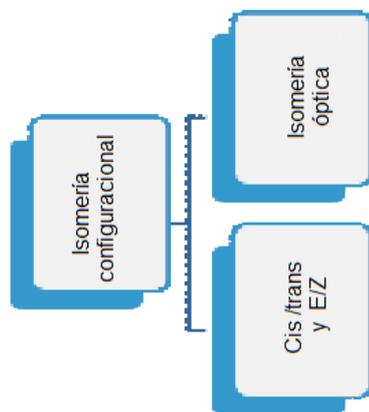
- ¿Se ha vendido y administrado en algunos países drogas y medicinas en forma de racemato en lugar del enantiómero deseado asociado con la propiedad terapéutica? ¿Podría sugerir alguna droga o medicina que constituyera buen caso de estudio sobre esta práctica?

Teoría del Conocimiento:

- La existencia de isómeros ópticos proporciona evidencia indirecta de que el átomo de carbono está unido de forma tetraédrica. ¿Qué formas de conocimiento nos permiten relacionar la evidencia indirecta con nuestras teorías?
- La estereoisomería se puede investigar por medio de modelos físicos e informáticos. ¿Cuál es el papel de estos modelos en otras áreas del conocimiento?
- Uno de los desafíos para el científico y el artista es representar el mundo tridimensional en dos dimensiones. ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias entre los dos enfoques? ¿Cuál es el papel de las diferentes formas de conocimiento en ambos enfoques?

20.3 Estereoisomería

Los isómeros configuracionales se subdividen a su vez en isómeros cis-trans y E/Z e isómeros ópticos.



- Los isómeros cis-trans se producen en los alquenos o cicloalcanos (o heteroanálogos) y difieren en la posición relativa de átomos (o grupos de átomos) respecto de un plano de referencia. De acuerdo con la IUPAC, los isómeros E/Z se refieren a alquenos de forma R1R2C=CR3R4 (R1 ≠ R2, R3 ≠ R4) donde no es preciso que R1 ni R2 sean diferentes de R3 o R4.
- Un carbono quiral es un carbono unido a cuatro átomos o grupos diferentes.
- Un compuesto ópticamente activo hace rotar el plano de la luz polarizada cuando pasa a través de una solución del compuesto. Los isómeros ópticos son enantiómeros. Los enantiómeros son imágenes especulares que no se pueden superponer entre sí. Los diastereoisómeros no son imágenes especulares entre sí.
- Una mezcla racémica (o racemato) es una mezcla de dos enantiómeros en cantidades iguales y es ópticamente inactiva.

Aplicaciones y habilidades:

- Construcción de modelos 3D (reales o virtuales) de una gran variedad de estereoisómeros.

Utilización:

- Muchas de las drogas provenientes de fuentes naturales son quirales, como por ejemplo la nicotina, la dopamina, la tiroxina y el naproxeno.
- Papel de la estereoquímica en la ciencia de la visión y la ciencia de los alimentos.
- En muchos perfumes, la estereoquímica con frecuencia se puede considerar más importante que la composición química.

Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:

- Temas 10.1 y 10.2: Química orgánica
- Opción B.4: Hidratos de carbono
- Opción B.10: Estereoquímica de las biomoléculas
- Opción D.7: Importancia de la quiralidad en la acción de las drogas

Objetivos

- **Objetivo 6:** Se podrían incluir experimentos de síntesis y caracterización de un enantiómero (por ej. (-) mentol) o la resolución de una mezcla racémica.

20.3 Estereoisomería	<ul style="list-style-type: none">• Explicación de la estereoisomería en alquenos no cíclicos, y en cicloalcanos de C3 y C4.• Comparación entre las propiedades físicas y químicas de los enantiómeros.• Descripción y explicación de isómeros ópticos en moléculas orgánicas simples.• Diferenciación entre isómeros ópticos usando un polarímetro. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• El término "isómeros geométricos", según recomendación de la IUPAC, es obsoleto. Se recomienda su enseñanza con la denominación "isómeros cis-trans" e "isómeros E/Z".• En el sistema E/Z, se compara el grupo de mayor prioridad según Cahn-Ingold-Prelog que está unido a uno de los átomos terminales que contienen el doble enlace del alqueno (es decir, R1 o R2) con el grupo de mayor precedencia unido al otro (es decir, R3 o R4). Si los grupos están al mismo lado del plano de referencia que pasa por el doble enlace y es perpendicular al plano que contiene los enlaces que unen los grupos a los átomos que portan el doble enlace, el estereoisómero es Z; el otro estereoisómero es el E.• Para representar los isómeros ópticos se deben usar las representaciones de tipo caballete que suponen enlaces con forma de huso.
-----------------------------	--

Tema 21: Medición y análisis

2 horas

Idea fundamental: A pesar de que las técnicas de caracterización espectroscópicas constituyen el eje central de la identificación estructural de compuestos, generalmente no existe una única técnica que proporcione la identificación estructural completa de una molécula.

21.1 Identificación espectroscópica de compuestos orgánicos	
<p>Naturaleza de la ciencia: Los avances de la instrumentación moderna: los avances de las técnicas espectroscópicas (IR, RMN de ^1H y EM) han conseguido obtener un conocimiento detallado de la estructura de los compuestos. (1.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> La identificación estructural de compuestos comprende varias técnicas analíticas que incluyen IR, RMN de ^1H y EM. En un espectro de RMN de ^1H de alta resolución, los picos únicos que se obtienen por baja resolución se desdoblaron en más grupos de picos. La técnica estructural de cristalografía de rayos X de un solo cristal se usa para identificar las longitudes de enlace y los ángulos de enlace de compuestos cristalinos. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La comunidad química con frecuencia comparte la información estructural a nivel internacional. Algunos ejemplos que se pueden destacar son las siguientes bases de datos internacionales que demuestran la naturaleza internacional de la comunidad científica: The Cambridge Crystallographic Database, ChemSpider, desarrollada por la Royal Society of Chemistry y Protein Data Bank (RCSB PDB) (en Brookhaven National Laboratory, Estados Unidos). <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La relación de intensidad de las líneas del espectro de alta resolución de RMN está dada por los números del triángulo de Pascal, un patrón matemático conocido independientemente hace más de mil años por diferentes culturas. ¿Por qué las matemáticas constituyen una herramienta tan efectiva para la ciencia? ¿Son las matemáticas la ciencia de los patrones? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los protones de las moléculas de agua de las células humanas se pueden detectar por medio de las imágenes de resonancia magnética (IRM), proporcionando una visión tridimensional de los órganos del cuerpo humano. ¿Por qué la IRM está reemplazando a los escáneres de tomografía computada (TC) para ciertas aplicaciones, pero se usa como técnica complementaria para otras? La EM (y otras técnicas como la CCF, CG, CG-EM y la HPLC) se pueden usar en investigaciones forenses en la escena del crimen. Las técnicas analíticas se pueden usar para detectar consumo de drogas en atletas de alto rendimiento.
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicación del uso del tetrametilsilano (TMS) como patrón de referencia. Deducción de la estructura de un compuesto a partir de la información obtenida por medio de algunas técnicas analíticas de caracterización (cristalografía de rayos X, IR, RMN de ^1H y EM). <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los alumnos deben ser capaces de interpretar lo siguiente en un espectro de RMN de ^1H: número de picos, área comprendida debajo de cada pico, desplazamiento químico y patrones de desdoblamiento. No se evaluarán las constantes de acoplamiento <i>spin-spin</i>, pero los alumnos deben estar familiarizados con los singletes, dobletes, tripletes y cuartetos. Se debe tratar la RMN de ^1H de alta resolución. No es necesario que sepan detalles precisos de la cristalografía de rayos X de un solo cristal, pero deben conocer la existencia de esta técnica en el amplio contexto de la identificación estructural de compuestos inorgánicos y orgánicos. 	

21.1 Identificación espectroscópica de compuestos orgánicos	
<ul style="list-style-type: none"> No se requieren los principios operativos de ninguno de estos métodos. 	<p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 11.3: Identificación espectroscópica de compuestos Opción B.2: Cromatografía y separación de proteínas Opción B.9: Cromatografía y pigmentos Opción D.7: Auxiliares quirales</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 7: En este tema se pueden usar bases de datos espectrales.

Temas troncales

Idea fundamental: La ciencia de los materiales trata de la comprensión de las propiedades de las propiedades de dichas propiedades a las estructuras deseadas.

<p>A.1 Introducción a la ciencia de los materiales</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Avances tecnológicos: diferentes materiales se usaron para distintos propósitos antes del desarrollo del conocimiento científico de sus propiedades. (1.8) Los patrones en la ciencia. La historia ha caracterizado a las civilizaciones por los materiales que usaron: la Edad de Piedra, la Edad de Bronce y la Edad de Hierro. Existen varias formas de clasificar los materiales de acuerdo con patrones deseados. (3.1)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los materiales se clasifican sobre la base de sus usos, propiedades, o enlace y estructura. Las propiedades de un material basadas en el grado de carácter covalente, iónico o metálico de un compuesto se pueden deducir de su posición en el diagrama triangular de enlaces. Los composites son mezclas en las que los materiales están formados por dos fases distintas, una fase de refuerzo incrustada en una fase matriz. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de diagramas triangulares de enlace para compuestos binarios a partir de datos de electronegatividad. Evaluación de varias formas de clasificar los materiales. Relación de las características físicas (punto de fusión, permeabilidad, conductividad, elasticidad, fragilidad) de un material con sus enlaces y estructuras (distribución de empaquetamiento, movilidad electrónica, capacidad de los átomos de deslizarse unos sobre otros). 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué materiales usaron las civilizaciones antiguas como los aztecas, los romanos y los chinos? A pesar de estar asentadas en diversas ubicaciones, usaron materiales similares. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> A pesar de que es conveniente clasificar los materiales en categorías, no existe la clasificación "perfecta". ¿Cómo evaluamos los diferentes sistemas de clasificación que usamos en las diferentes áreas del conocimiento? ¿De qué forma nuestra necesidad de categorizar el mundo ayuda o dificulta la búsqueda del conocimiento? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 4.2: El papel de la electronegatividad en los tipos de enlace</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivos 1 y 3: Investigación del tetraedro en las estructuras y tipos de enlace y de qué forma encajan las redes covalentes y los polímeros en esos diagramas.

A.1 Introducción a la ciencia de los materiales	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• La permeabilidad a la humedad se debe considerar en función del enlace y las distribuciones de empaquetamiento simples.• Considerar las propiedades de los metales, polímeros y cerámicas en función de los enlaces metálico, covalente e iónico.• En la sección 29 del cuadernillo de datos se da un diagrama triangular de enlaces.	<ul style="list-style-type: none">• Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir el estiramiento de bandas de goma en diferentes ambientes químicos, o propiedades de los metales, polímeros, cerámicas, o composites, la fabricación de bloques delgados de concreto con varias proporciones de cemento, grava y arena y la posterior investigación de la resistencia a la rotura después del secado.

Idea fundamental: Los metales se extraen de sus minerales y se forman aleaciones para lograr las características deseadas. La espectroscopia ICP-MS/OES ioniza los metales y usa espectros de masa y emisión para el análisis.

A.2 Los metales y la espectroscopia con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP)

Naturaleza de la ciencia:

Desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas: la espectroscopia ICP, desarrollada a partir de la comprensión de principios científicos, se puede usar para identificar y cuantificar trazas de metales. (1.8)

Datos minuciosos: con el descubrimiento de las trazas de ciertos materiales, se puede mejorar enormemente el comportamiento de un metal; la obtención de aleaciones fue inicialmente más arte que ciencia. (3.1)

Comprensión:

- La reducción con coque (carbono), el uso de un metal más reactivo, o la electrólisis son las formas de obtener algunos metales a partir de sus minerales.
- La constante de Faraday, F , da la relación entre la carga y el número de moles de electrones.
- Las aleaciones son mezclas homogéneas de metales con otros metales o no metales.
- Los compuestos diamagnéticos y paramagnéticos difieren en el apareamiento del spin electrónico y en su comportamiento en los campos magnéticos.
- Las trazas de metales se identifican y cuantifican ionizándolos con plasma de argón gaseoso en la espectroscopia con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP) usando la espectroscopia de masas, ICP-MS y la espectroscopia de emisión óptica, ICP-OES.

Aplicaciones y habilidades:

- Deducción de ecuaciones redox para la reducción de metales.
- Relación entre el método de extracción y la posición de un metal en la serie de actividades.

Mentalidad internacional:

- El uso de los metales de tierras raras, o minerales exóticos, ha crecido dramáticamente. Se usan en tecnología ecológica, medicinas, láser, tecnología armamentística y en otras aplicaciones. Su obtención es cara, pero su demanda crece. ¿Qué sucede si las reservas de metales de tierras raras son controladas por pocos países pero usadas por muchos otros?

Teoría del Conocimiento:

- ¿Qué factores/resultados se deben usar para determinar cómo dedicar tiempo, dinero y esfuerzo a la investigación científica? ¿Quién decide qué conocimiento se debe investigar?

Utilización:

Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:

Temas 2.1 y 12.1: Espectrometría de masas

Tema 2.2: Espectros de emisión

Tema 9.1: Oxidación y reducción

A.2 Los metales y la espectroscopia con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP)	
<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la producción de aluminio por electrólisis de alúmina en criolita fundida. • Explicación de la alteración de las propiedades de los metales cuando forman aleaciones. • Resolución de problemas estequiométricos relacionados con la masa que se deposita durante una electrólisis, usando la constante de Faraday. • Discusión del paramagnetismo y el diamagnetismo en relación con la estructura electrónica de los metales. • Explicación del estado de plasma y su formación en ICP-MS/OES. • Identificación de metales y abundancias a partir de datos simples y curvas de calibración proporcionadas por ICP-MS e ICP-OES. • Explicación de la separación y cuantificación de iones metálicos mediante MS y OES. • Usos de ICP-MS e ICP-OES. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 2 del cuadernillo de datos se da la constante de Faraday. • No se evaluarán los detalles operativos de los instrumentos usados en ICP-MS e ICP-OES. • Solo se debe tratar el análisis de metales. • Se debe tratar la importancia de la calibración. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir el cálculo de la constante de Faraday por electrólisis de solución acuosa de sulfato de cobre, calcular la concentración de una solución de níquel o cobre usando la ley de Beer y la espectrofotometría. También se podría analizar la composición de una aleación, como la determinación colorimétrica de manganeso en un clip o el análisis gravimétrico de plata o cobre en una moneda. • Objetivo 7: Se podrían usar animaciones sobre ICP. • Objetivo 7: Se podrían usar simulaciones y experimentos virtuales para investigar semiconductores.

Idea fundamental: Los catalizadores proporcionan una ruta de reacción alternativa. Los catalizadores siempre aumentan la velocidad de la reacción y permanecen inalterados al final de la misma.

A.3 Catalizadores	
Naturaleza de la ciencia:	
Uso de modelos: los catalizadores se usaron para aumentar la velocidad de reacción antes de que se comprendiera su funcionamiento. Esto conduce a que los modelos están siempre sometidos a control y se pueden perfeccionar. (1.10)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los reactivos se adsorben sobre los sitios activos de los catalizadores heterogéneos y los productos se desorben. Los catalizadores homogéneos se combinan químicamente con los reactivos para formar un complejo activado transitorio o un intermediario de reacción. Las propiedades catalíticas de los metales de transición dependen de las propiedades de adsorción/desorción del metal y los estados de oxidación variables. Las zeolitas actúan como catalizadores selectivos debido a su estructura de cesta. Las partículas catalíticas son casi siempre nanopartículas que tienen gran área superficial por unidad de masa. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicación de los factores implicados en la elección de un catalizador para un proceso. Descripción del funcionamiento de los metales como catalizadores heterogéneos. Descripción de los beneficios de la nanocatálisis en la industria. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El paladio, el platino y el rodio son catalizadores comunes que se usan en convertidores catalíticos. Debido al valor de dichos metales, el número de robos de convertidores catalíticos está en aumento. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Algunos materiales usados como catalizadores efectivos son tóxicos y nocivos para el ambiente. ¿La degradación ambiental está justificada en la búsqueda del conocimiento? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 6.1 y 16.1: Mecanismos de reacción Tema 10.2: Reacciones de esterificación e hidrogenación Tema 16.2: Energía de activación Opción B.10: Hidrogenación de grasas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivos 1 y 3: Investigar riesgos y beneficios de varios catalizadores. Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la descomposición de tartrato de sodio y potasio con cloruro de cobalto y la descomposición de peróxido de sodio con óxido de manganeso (IV).

A.3 Catalizadores	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Considerar propiedades catalíticas tales como la selectividad para obtener solamente el producto deseado, eficacia, habilidad de trabajar en condiciones moderadas/severas, impacto ambiental e impurezas.• Se debe tratar el uso de nanocatalizadores de carbono.	<ul style="list-style-type: none">• Objetivo 6: Se podría explorar un intercambio iónico usando zeolita.• Objetivo 7: Se podrían realizar experimentos virtuales y simulaciones que impliquen nanopartículas como catalizadores.

Idea fundamental: Los cristales líquidos son fluidos cuyas propiedades físicas dependen de la orientación molecular respecto de algunos ejes fijos del material.

<p>A.4 Cristales líquidos</p> <p>Naturaleza de la ciencia: La casualidad y los descubrimientos científicos: Friedrich Reinitzer descubrió accidentalmente los cristales líquidos en 1888 mientras experimentaba con el benzoato de colesterilo. (1.4)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los cristales líquidos son fluidos cuyas propiedades físicas (eléctricas, ópticas y elasticidad) dependen de la orientación molecular respecto de algunos ejes fijos del material. Los cristales líquidos termotrópicos son sustancias puras que presentan comportamiento de cristal líquido dentro de un determinado rango de temperatura. Los cristales líquidos liotrópicos son disoluciones que presentan estado de cristal líquido dentro de un (cierto) rango de concentraciones. La fase nemática de un cristal líquido se caracteriza por tener moléculas con forma de varilla distribuidas aleatoriamente, pero en promedio alineadas en la misma dirección. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Discusión de las propiedades necesarias para que una sustancia se pueda usar en pantallas de cristal líquido (LCD). Explicación del comportamiento del cristal líquido a nivel molecular. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las propiedades necesarias de un cristal líquido son: ser químicamente estable, tener una fase estable dentro de un rango de temperatura adecuado, ser polar para poder cambiar la orientación cuando se les aplique un campo eléctrico y tener alta velocidad de intercambio. La combinación de jabón y agua es un ejemplo de cristal líquido liotrópico y los bifenilnitrilos son ejemplos de cristales líquidos termotrópicos. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La fabricación de muchos productos electrónicos se concentra en áreas del mundo en las que las condiciones de trabajo no son las ideales. ¿Debería haber normas internacionales estándar de trabajo para todos los trabajadores? ¿Qué implicaciones tendría este hecho en el costo de los productos al consumidor? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los desarrollos tecnológicos trajeron consigo la posibilidad de almacenar más y más información a una escala cada vez más pequeña. ¿Significa esto que tenemos acceso a más conocimiento? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 20.3: Quiralidad y estereoisómeros</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la investigación de un cristal líquido termotrópico y el rango de temperatura que afecta a dichos cristales. Objetivo 7: Se podrían usar animaciones informáticas para investigar cristales líquidos termotrópicos.

A.4 Cristales líquidos	<ul style="list-style-type: none">• El comportamiento de los cristales líquidos se debe limitar a los bifenilnitrilos.• No se tratarán los cristales líquidos esmécticos y otros tipos.
-------------------------------	--

Idea fundamental: Los polímeros están formados por unidades de monómeros repetidas que se pueden manipular de varias formas para poder obtener estructuras con las propiedades deseadas.

<p>A.5 Polímeros</p> <p>Naturaleza de la ciencia:</p> <p>Avances tecnológicos: como resultado de los avances tecnológicos (difracción de rayos X, microscopios electrónicos de efecto túnel, etc.), los científicos han sido capaces de comprender qué ocurre a nivel molecular y manipular la materia de nuevas formas. Esto permite desarrollar nuevos polímeros. (3.7)</p> <p>Las teorías pueden ser sustituidas: la propuesta de Staudinger de que las macromoléculas están formadas por muchas unidades que se repiten fue fundamental para el desarrollo de la ciencia de los polímeros. (1.9)</p> <p>Ética y evaluación de riesgos: el desarrollo y uso de los polímeros ha crecido más rápido que la comprensión de los riesgos que implican, tales como el reciclaje y las posibles propiedades cancerígenas. (4.5)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los termoplásticos se ablandan cuando se calientan y se endurecen cuando se enfrían. • Un polímero termoestable es un prepolímero en estado blando o viscoso que se transforma irreversiblemente en sólido termoestable por curado. • Los elastómeros son flexibles y se deforman cuando son sometidos a una fuerza pero volverán casi completamente a su forma inicial cuando la fuerza desaparezca. • El polieteno de alta densidad (HDPE) no tiene ramificaciones, y eso permite que las cadenas sean compactas. • El polieteno de baja densidad (LDPE) tiene algunas ramificaciones y es más flexible. • Los plastificantes se añaden a un polímero para aumentar la flexibilidad porque disminuyen las fuerzas intermoleculares entre las cadenas poliméricas. • La eficiencia atómica es una medida de eficiencia aplicada a la química ecológica. • Los polímeros de adición isotáticos tienen sustituyentes en el mismo lado. • Los polímeros de adición atáticos tienen sustituyentes ubicados aleatoriamente. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con anterioridad a la segunda guerra mundial, no se había oído hablar de los plásticos. ¿Cómo ha afectado al mundo la introducción de los plásticos desde el punto de vista económico, social y ambiental? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 10.2 y 20.1: Reacciones de adición y condensación</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podrían investigar las propiedades del polieteno de alta y baja densidad, o bien se podría sintetizar de forma cuantitativa un poliéster, poliámidas u otro polímero para determinar la eficiencia atómica.

A.5 Polímeros	<p data-bbox="274 156 303 2051">Aplicaciones y habilidades:</p> <ul data-bbox="319 156 686 2051" style="list-style-type: none"><li data-bbox="319 156 383 2051">• Descripción del uso de plastificantes en el policloruro de vinilo e hidrocarburos volátiles en la formación de poliestireno expandido.<li data-bbox="399 156 462 2051">• Resolución de problemas y evaluación de la eficiencia atómica en reacciones de síntesis.<li data-bbox="478 156 542 2051">• Descripción de la dependencia entre las propiedades de los polímeros y sus características estructurales.<li data-bbox="558 156 622 2051">• Descripción de las formas de modificar las propiedades de los polímeros, incluyendo el LDPE y el HDPE.<li data-bbox="638 156 686 2051">• Dedución de las estructuras de los polímeros formados por polimerización del 2-metilpropeno. <p data-bbox="702 156 730 2051">Orientación:</p> <ul data-bbox="750 156 900 2051" style="list-style-type: none"><li data-bbox="750 156 813 2051">• En la sección 1 del cuadernillo de datos se da la ecuación de la eficiencia atómica porcentual.<li data-bbox="829 156 900 2051">• Considerar solo las espumas de poliestireno como ejemplos de manipulación de las propiedades de un polímero.
----------------------	--

Idea fundamental: Las técnicas químicas ubican a los átomos en las moléculas usando reacciones químicas, mientras que las técnicas físicas permiten manipular y ubicar a los átomos/moléculas para satisfacer requisitos específicos.

A.6 Nanotecnología	
Naturaleza de la ciencia:	
El perfeccionamiento de los aparatos: los microscopios electrónicos de elevada potencia han permitido estudiar la posición de los átomos. (1.8) Necesidad de dudar de las teorías: el papel del ensayo y error en el desarrollo de los nanotubos y sus teorías asociadas. (2.2) "En mi opinión, los principios de la física no niegan la posibilidad de manipular las cosas átomo por átomo. No es un intento de violar ninguna ley; es algo que, en principio, puede hacerse, pero en la práctica no se ha hecho porque somos demasiado grandes" (Richard Feynman, premio nobel de física).	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> El autoensamblaje molecular es el ensamblaje de nanopartículas desde abajo hacia arriba y se puede producir por ensamblaje selectivo de moléculas a superficies específicas. El autoensamblaje también puede producirse de forma espontánea en solución. Los métodos posibles para fabricar nanotubos son la descarga de arco, la deposición química en fase vapor (CVD) y por monóxido de carbono a alta presión (HIPCO). La descarga de arco consiste en vaporizar la superficie de uno de los electrodos de carbono, o descargar un arco a través de electrodos metálicos sumergido en un hidrocarburo como disolvente, que forma un depósito con forma de pequeños cilindros en el ánodo. 	<ul style="list-style-type: none"> Algunos estudios han mostrado que inhalar polvo de nanopartículas puede ser tan perjudicial como el amianto. ¿Se debería regular la nanotecnología o esto entorpecería la investigación? La colaboración internacional para la exploración espacial se está incrementando. ¿Sería factible o deseable un ascensor espacial de nanotubo de carbono? ¿Cuáles son las implicaciones?
Aplicaciones y habilidades:	Teoría del Conocimiento:
<ul style="list-style-type: none"> Diferenciación entre técnicas físicas y químicas de manipulación de átomos para formar moléculas. Descripción de la estructura y las propiedades de los nanotubos de carbono. Explicación de la necesidad de un gas inerte, y no oxígeno, para la preparación de nanotubos de carbono por CVD. Explicación de la producción de carbono a partir de hidrocarburos como disolventes por el método de descarga de arco por oxidación en el ánodo. 	<ul style="list-style-type: none"> El uso del microscopio electrónico de efecto túnel ha permitido "ver" átomos individuales, algo que antes se creía inalcanzable. ¿Cómo cambian estos avances tecnológicos nuestra visión sobre qué conocimiento es alcanzable? Algunas personas están preocupadas sobre las posibles implicaciones de la nanotecnología. ¿Cómo valorar las posibles consecuencias de futuros desarrollos en esta área? ¿Necesitamos disponer de información o nos fiamos de la autoridad de los expertos?
	Utilización:
	<ul style="list-style-type: none"> La síntesis de proteínas en las células es una forma de nanotecnología en la que los ribosomas actúan como ensambladores moleculares.
	Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 4.3: Polaridad molecular
	Objetivos generales:

A.6 Nanotecnología	
<ul style="list-style-type: none"> • Deducción de las ecuaciones para producir átomos de carbono por el método HIPCO. • Discusión de algunas implicaciones y aplicaciones de la nanotecnología. • Explicación de la resistencia de los nanotubos y su buena conductividad eléctrica. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las posibles implicaciones de la nanotecnología son la incertidumbre sobre sus niveles de toxicidad a nanoescala, riesgos desconocidos para la salud de los nuevos materiales, preocupación de que los sistemas de defensa humanos no sean efectivos contra partículas a nanoescala, responsabilidades de las industrias y los gobiernos implicados en esta investigación. • La conductividad del grafeno y los fullerenos se puede explicar en función de los electrones deslocalizados. No se requiere una explicación basada en la hibridación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos 1, 8 y 9: Investigar la fabricación teórica y a gran escala de productos nanotecnológicos y sus implicaciones. Los ejemplos podrían incluir equipos deportivos, productos medicinales, construcción, limpieza ambiental, robótica, armamento u otros usos comerciales teóricos. • Objetivos 7, 8 y 9: Se deben usar animaciones, simulaciones, y videos de la fabricación de nanotubos.

Idea fundamental: A pesar de que la ciencia de los materiales genera muchos productos nuevos, existen cuestionamientos relacionados con el reciclado y los elevados niveles de toxicidad de algunos de estos materiales.

<p>A.7 Impacto ambiental: plásticos</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Riesgos y problemas: la investigación científica con frecuencia avanza con la idea de obtener beneficios, pero es necesario que se consideren también los riesgos e implicaciones. (4.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los plásticos no se degradan con facilidad debido a sus fuertes enlaces covalentes. • Quemar policloruro de vinilo libera dioxinas, HCl gaseoso y productos de la combustión incompleta de hidrocarburos. • Las dioxinas contienen anillos heterocíclicos insaturados de seis miembros con dos átomos de oxígeno, generalmente en posición 1 y 4. • Las dioxinas cloradas afectan a las hormonas, ocasionando daño celular y genético. • Para reciclar plásticos se requieren más procesos que para otros materiales. • Los plásticos se reciclan en función de los diferentes tipos de resinas. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deducción de la ecuación para cualquier reacción de combustión dada. • Discusión sobre el elevado costo energético del proceso de reciclado de polímeros. • Discusión sobre el impacto ambiental del uso de plásticos. • Comparación de las estructuras de los bifenilos policlorados (PCB) y las dioxinas. • Discusión sobre los problemas de salud ocasionados por el uso de plastificantes volátiles en la fabricación de polímeros. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El símbolo internacional para reciclar, reutilizar y reducir es una banda de Möbius diseñada a fines de los años sesenta. Sin embargo, el reconocimiento global de este símbolo está por debajo al de otros símbolos. ¿Qué factores influyen en el reconocimiento de los símbolos? • ¿Cómo pueden las naciones abordar el problema de la mancha de basura del Pacífico? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los productos de la ciencia y la tecnología pueden tener un impacto negativo sobre el ambiente. ¿Son los científicos éticamente responsables del impacto de sus productos? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 9.1: Reacciones redox Tema 10.1: Compuestos orgánicos Tema 11.3: Espectroscopia en el infrarrojo Biología, opción C.3: Impacto humano sobre los ecosistemas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Se pueden usar bases de datos de códigos RIC y de espectros IR. • Objetivo 8: El desarrollo de la química ecológica ha puesto de manifiesto el reconocimiento de las implicaciones ambientales y éticas del uso de la ciencia y la tecnología.

A.7 Impacto ambiental: plásticos	
	<ul style="list-style-type: none">• Diferenciación de los posibles códigos de identificación de resinas (RIC) de plásticos a partir del espectro IR. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Las dioxinas no se descomponen en el ambiente y pueden entrar en la cadena alimentaria.• Considerar las dibenzodioxinas policloradas (PCDD) y PCB como ejemplos de sustancias cancerígenas derivadas de las dioxinas cloradas o similares a la dioxina.• Considerar los ésteres ftalatos como ejemplos de plastificantes.• Los incendios domiciliarios pueden liberar muchas toxinas debido a los plásticos (cortinas de baño, etc.). Para prevenir este riesgo se suele usar para el cableado de las viviendas cables que arden sin humo y libres de halógenos.• En la sección 30 del cuadernillo de datos se proporcionan los códigos de identificación de las resinas (RIC).• En la sección 31 del cuadernillo de datos se proporciona la estructura de algunas moléculas para materiales.

Temas adicionales del Nivel Superior

Idea fundamental: La superconductividad es la ausencia de resistencia eléctrica y la expulsión de los campos magnéticos. La cristalografía de rayos X se puede usar para analizar estructuras.

A.8 Metales superconductores y cristalografía de rayos X	
<p>Naturaleza de la ciencia: Importancia de las teorías: los materiales superconductores, cuya resistencia eléctrica es nula debajo de cierta temperatura, proporcionan un buen ejemplo de teorías que requieren modificaciones para adecuarse a nuevos datos. Es importante comprender la base científica de los principios que hay detrás de los instrumentos modernos. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los superconductores son materiales que no ofrecen resistencia a las corrientes eléctricas por debajo de una temperatura crítica. • El efecto Meissner es la capacidad de un superconductor de crear un campo magnético imagen especular de un campo magnético externo, y de esta forma expulsarlo. • La resistencia de los conductores metálicos se debe a las colisiones entre los electrones y los iones positivos de la red. • La teoría de Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) explica que en los superconductores, por debajo de la temperatura crítica los electrones forman pares de Cooper que se mueven libremente a través del superconductor. • Los superconductores de tipo 1 presentan agudas transiciones hacia la superconductividad mientras que los superconductores de tipo 2 presentan transiciones más graduales. • La difracción de rayos X se usa para analizar las estructuras de los compuestos metálicos e iónicos. • Las redes cristalinas contienen celdas unitarias que se repiten. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las técnicas analíticas se aplican en medicina forense, exploración de minerales y en otros campos. ¿En qué medida el acceso desigual a los avances tecnológicos afecta a las economías mundiales? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La difracción de rayos X nos ha permitido sondear el mundo más allá de los límites biológicos de nuestros sentidos. ¿Cuán fiable es nuestro conocimiento del mundo microscópico comparado con lo que sabemos a nivel macroscópico? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 2.2: Principio de exclusión de Pauli Tema 3.2: Radios atómicos y periodicidad Tema 21.1: Cristalografía de rayos X Física, opción 4.2: Ondas progresivas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Sería muy útil el uso de animaciones y simulaciones para explicar la superconductividad y la cristalografía de rayos X.

A.8 Metales superconductores y cristalografía de rayos X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Los átomos que se encuentran sobre las caras y aristas de las celdas se comparten. • El número de vecinos más cercanos de un átomo/ion es su número de coordinación. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de datos de resistencia en función de temperatura para superconductores del tipo 1 y del tipo 2. • Explicación de la superconductividad en función del movimiento de los pares de Cooper a través de una red de iones positivos. • Deducción o construcción de estructuras de celda unitaria a partir de información sobre la estructura del cristal. • Aplicación de la ecuación de Bragg, $n\lambda = 2d\sin\theta$, a estructuras metálicas. • Determinación de la densidad de un metal puro a partir de su radio atómico y la estructura de empaquetamiento del cristal. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solo se requiere la explicación simple de la teoría BCS con los pares de Cooper. A baja temperatura los iones positivos de la red se deforman levemente al pasar el electrón. Un segundo electrón es atraído hacia esta leve deformación y se produce el acoplamiento de estos dos electrones. • No se requieren los principios operativos de la cristalografía de rayos X. • Solo se deben tratar metales puros con celdas cúbicas simples, celdas cúbicas centradas en el cuerpo (BCC) y celdas cúbicas centradas en las caras (FCC). • Se puede analizar por cristalografía de rayos X las estructuras cristalinas de perovskita de muchos superconductores, pero esto no se evaluará. • Solo se aplicará la ecuación de Bragg a estructuras cúbicas simples.

Idea fundamental: Los polímeros de condensación se forman por la pérdida de moléculas pequeñas cuando los grupos funcionales de los monómeros se unen.

A.9 Polímeros de condensación	
Naturaleza de la ciencia:	
Especulación: hemos tenido la Edad de Piedra, la Edad de Hierro y la Edad de Bronce. ¿Es posible que la edad actual sea la Edad de los Polímeros, puesto que la ciencia continúa manipulando la materia con propósitos deseados? (1.5)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los polímeros de condensación requieren que cada monómero tenga dos grupos funcionales. • Los posibles productos de las reacciones de condensación son NH_3, HCl y H_2O. • El Kevlar® es una poliamida con una estructura fuerte y ordenada. Los enlaces de hidrógeno entre O y N se pueden romper usando ácido sulfúrico concentrado. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinción entre polímeros de adición y de condensación. • Conclusión y descripción de ecuaciones para mostrar cómo se forman los polímeros de condensación. • Deducción de las estructuras de poliamidas y poliésteres a partir de sus respectivos monómeros. • Explicación de la resistencia del Kevlar® y su solubilidad en ácido sulfúrico concentrado. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Considerar los polímeros de la química ecológica. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Desempeñan la ciencia, la economía o la política el papel más importante en la investigación, como por ejemplo en el desarrollo de nuevos polímeros? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 10.2: Reacciones de adición y condensación Tema 20.2: Técnicas de síntesis Opción A.5: Polímeros</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Se podría realizar la síntesis del nailon.

Idea fundamental: La toxicidad y las propiedades cancerígenas de los metales pesados son consecuencia de su capacidad de formar compuestos coordinados, de poseer varios estados de oxidación y de actuar como catalizadores en el cuerpo humano.

A.10 Impacto ambiental: metales pesados	
Naturaleza de la ciencia:	
Riesgos y problemas: la investigación científica con frecuencia avanza con la idea de obtener beneficios, pero es necesario que se consideren también los riesgos e implicaciones. (4.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dosis tóxicas de los metales de transición pueden perturbar el balance normal de oxidación/reducción en las células por medio de varios mecanismos. • Algunos métodos de eliminación de metales pesados son la precipitación, la adsorción y la quelación. • Los ligandos polidentados forman complejos más estables que los ligandos monodentados similares debido al efecto quelato, que se puede explicar considerando las variaciones de entropía. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación del uso de sustancias quelantes para eliminar metales pesados. • Deducción del número de enlaces coordinados que un ligando puede formar con el ion metálico central. • Cálculos que impliquen K_{ps} como aplicación de la eliminación de metales en solución. • Comparación y contraste del mecanismo de la reacción de Fenton y Haber-Weiss. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la responsabilidad de los científicos por el impacto de sus actuaciones sobre el planeta? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 9.1: Reacciones redox Tema 13.2: Complejos de los metales de transición Biología, opción C.3: Impacto humano sobre los ecosistemas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos 1 y 8: Investigaciones sobre tratamiento de aguas residuales. • Objetivo 6: Se podrían incluir investigaciones de K_{ps}.

A.10 Impacto ambiental: metales pesados	
Orientación: <ul style="list-style-type: none">• La 1,2-etanodiamina actúa como ligando bidentado y el EDTA⁴⁻ actúa como ligando hexadentado.• La reacción de Haber-Weiss genera radicales libres de forma natural en los procesos biológicos. Los metales de transición pueden catalizar la reacción (reacción de Fenton catalizada por hierro), mecanismo por el que se generan radicales hidroxilos activos.• En la sección 32 del cuadernillo de datos se dan valores de K_{ps}.	

Temas troncales

Idea fundamental: Las reacciones metabólicas implican una compleja interacción entre muchos componentes diferentes en ambientes extremadamente controlados.

B.1 Introducción a la bioquímica	
Naturaleza de la ciencia:	
Uso de datos: los sistemas bioquímicos cuentan con un gran número de diferentes reacciones que se producen en el mismo lugar al mismo tiempo. A medida que se han desarrollado las tecnologías, se han recogido más datos que han conducido al descubrimiento de los patrones de las reacciones metabólicas. (3.1)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> Las diversas funciones de las moléculas biológicas dependen de sus estructuras y formas. Las reacciones metabólicas se producen en ambientes acuosos extremadamente controlados. Las reacciones de descomposición se denominan catabolismo y las reacciones de síntesis se denominan anabolismo. Los biopolímeros se forman por reacciones de condensación y se descomponen por medio de reacciones de hidrólisis. La fotosíntesis es la síntesis de moléculas ricas en energía a partir de dióxido de carbono y agua mediante el uso de la energía de la luz. La respiración es un conjunto complejo de procesos metabólicos que proporcionan energía a las células. 	<ul style="list-style-type: none"> Las reacciones metabólicas que se producen en el cuerpo humano dependen del suministro de nutrientes a través de una dieta regular equilibrada. Globalmente, las diferencias de disponibilidad de alimentos nutritivos es significativa, hecho que tiene consecuencias graves y diversas sobre la salud humana.
Aplicaciones y habilidades:	Utilización:
<ul style="list-style-type: none"> Explicación de la diferencia entre reacciones de condensación e hidrólisis. Uso de ecuaciones resumidas de fotosíntesis y respiración para explicar el ajuste potencial de oxígeno y dióxido de carbono en la atmósfera. 	<ul style="list-style-type: none"> La bioquímica es fundamental para el estudio de muchas otras asignaturas como la genética, la inmunología, la farmacología, la nutrición y la agricultura. Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 10.2: Reacciones S_N (condensación e hidrólisis) Tema 13.2 y opción B.9: Complejos metálicos y absorción de la luz Opción C.8: Conjugación electrónica y absorción de la luz
Orientación:	
<ul style="list-style-type: none"> No se requieren los intermediarios de la respiración aeróbica y la fotosíntesis. 	

Idea fundamental: Las proteínas son los biopolímeros más diversos responsables del metabolismo y la integridad estructural de los seres vivos.

B.2 Proteínas y enzimas	
Naturaleza de la ciencia:	
Colaboración y revisión por pares: varios experimentos diferentes realizados en varios continentes condujeron a la conclusión de que el portador de la información de la herencia era el ADN, y no las proteínas como se pensaba originariamente. (4.4)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las proteínas son polímeros de 2-aminoácidos, unidos por uniones amida (también conocidos como enlaces peptídicos). Los aminoácidos son anfóteros y pueden existir como zwitteriones, cationes y aniones. Las estructuras de las proteínas son diversas y se describen a niveles primario, secundario, terciario y cuaternario. La forma tridimensional de una proteína determina su función en los componentes estructurales o en los procesos metabólicos. La mayoría de las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores uniéndose específicamente a un sustrato en el sitio activo. Como la actividad enzimática depende de la conformación, es sensible a las variaciones de temperatura y pH, y a la presencia de iones de metales pesados. La separación cromatográfica se basa en diferentes principios físicos y químicos. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de las fórmulas estructurales de los reactivos y productos en las reacciones de condensación de aminoácidos, y reacciones de hidrólisis de péptidos. Explicación de las solubilidades y puntos de fusión de los aminoácidos en función de los zwitteriones. Aplicación de las relaciones entre carga, pH y punto isoelectrico de los aminoácidos y proteínas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El recurso de proteínas universal (UniProt, Universal Protein Resource) es un consorcio de institutos de bioinformática. Su misión es actuar como recurso para la comunidad científica proporcionando datos exhaustivos de alta calidad y acceso gratuito sobre secuencias de proteínas e información funcional. <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muchos materiales sintéticos son poliamidas. Los ejemplos incluyen el nailon y el Kevlar®. La electroforesis se usa para algunos diagnósticos médicos en la identificación de patrones de contenidos proteicos inusuales en el suero sanguíneo o en la orina. La primera proteína secuenciada fue la insulina por Frederick Sanger en 1951, en un proceso que llevó más de diez años. Hoy en día la secuenciación de proteínas es un proceso rutinario y muy eficiente, y es la principal parte del estudio conocido como proteómica. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 8.3 y 18.2: Valores de pH y pK_a y pK_b Tema 20.3: Estereoisomería Opción A.9: Polímeros de condensación Opción B.9: Cromatografía Biología, temas 2.4, 2.5 y 8.1: Proteínas y enzimas</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Los experimentos podrían consistir en la hidrólisis de una proteína, separación e identificación de mezclas de aminoácidos por medio de cromatografía en papel o electroforesis en gel de proteínas y ADN.

B.2 Proteínas y enzimas	
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de los cuatro niveles estructurales de una proteína, incluyendo el origen y los tipos de enlaces e interacciones implicadas. • Deducción e interpretación de gráficos de actividad enzimática que impliquen cambios de la concentración del sustrato, pH y temperatura. • Explicación de los procesos de cromatografía en papel y electroforesis en gel para la separación e identificación de aminoácidos y proteínas. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 33 del cuadernillo de datos se dan los nombres y fórmulas estructurales de los aminoácidos. • Se debe hacer referencia a la alfa hélice y a la beta-lámina y a las proteínas fibrosas y globulares mencionando ejemplos de cada una. • Se debe tratar la cromatografía en papel y el uso de los valores de R_f y los agentes reveladores. • No se requiere K_m y V_{max} en la cinética enzimática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Experimentos de recogida de datos que impliquen estudios de absorción/concentración del contenido de proteínas usando el reactivo de Biuret. • Objetivo 7: Para la electroforesis en gel se pueden usar simulaciones.

Idea fundamental: Los lípidos son un grupo de biomoléculas extremadamente no polares y por lo tanto insolubles en agua.

B.3 Lípidos	
Naturaleza de la ciencia: La importancia de las explicaciones científicas para el público: los estudios a largo plazo llevaron al conocimiento de los efectos negativos de las dietas con elevado contenido en grasas saturadas, colesterol y ácidos grasos <i>trans</i> . Esto condujo a nuevos tipos de productos alimenticios. (5.2)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las grasas están más reducidas que los hidratos de carbono y por eso originan más energía cuando se oxidan. Los triglicéridos se producen por condensación de la glicerina con tres ácidos grasos y contienen uniones éster. Los ácidos grasos pueden ser saturados, monoinsaturados o poliinsaturados. Los fosfolípidos son derivados de los triglicéridos. La hidrólisis de los triglicéridos y los fosfolípidos puede producirse usando enzimas o en condiciones alcalinas o ácidas. Los esteroides contienen una estructura característica de anillo fusionado, conocida como estructura esteroidea. Los lípidos actúan como componentes estructurales de las membranas celulares, en el almacenamiento de energía, el aislamiento térmico y eléctrico, el transporte de vitaminas liposolubles y como hormonas. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de las fórmulas estructurales de los reactivos y productos en reacciones de condensación e hidrólisis entre la glicerina y ácidos grasos y/o fosfato. Predicción de los puntos de fusión relativos de grasas y aceites a partir de sus estructuras. Comparación de los procesos de rancidez hidrolítica y oxidativa de las grasas en cuanto al sitio reactivo de las moléculas y las condiciones que favorecen la reacción. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Existen grandes diferencias globales y culturales con respecto a las fuentes dietéticas de lípidos y los métodos usados para prevenir su rancidez. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las normas de etiquetado son muy distintas en diferentes países. ¿Es el acceso a la información un derecho humano? ¿Qué conocimiento debe estar disponible universalmente? ¿Cuáles son las diferentes responsabilidades de los gobiernos, la industria, la profesión médica y los individuos en la elección de una dieta saludable? Los organismos públicos pueden proteger al individuo pero también limitar su libertad. ¿Cómo sabemos qué es lo mejor para la sociedad y para el individuo? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> La hidrólisis alcalina de las grasas se usa en el proceso de fabricación de jabón, conocido como saponificación. El abuso de esteroides, especialmente en los deportes, y sus métodos de detección. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 10.1 y 10.2: Grupos funcionales, hidrogenación de alquenos Tema 10.2: Mecanismos de radicales libres Tema 20.3: Isomería configuracional Biología, tema 2.3: Lípidos</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir el cálculo del número de yodo de grasas para medir su grado de insaturación, experimentos calorimétricos con

B.3 Lípidos	diferentes grasas y aceites o la separación de lípidos de fuentes de alimentos comunes usando diferentes disolventes y un embudo de decantación.
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del concepto de número de yodo para determinar la insaturación de una grasa. • Comparación de los hidratos de carbono con los lípidos como moléculas que almacenan energía en cuanto a su solubilidad y densidad de energía. • Discusión del impacto de los lípidos sobre la salud, incluidos los roles del colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), las grasas saturadas, insaturadas y <i>trans</i> de la dieta y el uso y abuso de esteroides. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 34 del cuadernillo de datos se dan las estructuras de algunos ácidos grasos. • No es preciso que aprendan ejemplos específicos de grasas y aceites. • No se requieren las diferencias estructurales entre las grasas <i>cis</i>- y <i>trans</i>-. 	

Idea fundamental: Los hidratos de carbono son biomoléculas ricas en oxígeno, que juegan un papel primordial en las reacciones metabólicas de transferencia de energía.

B.4 Hidratos de carbono	
Naturaleza de la ciencia: Construcción de modelos/visualizaciones: la comprensión de la esteoquímica de los hidratos de carbono es fundamental para entender su función estructural en las células. Las proyecciones de Haworth nos ayudan a visualizar la naturaleza y posición de los grupos unidos manteniendo implícitos los átomos de carbono e hidrógeno. (1.10)	
Obtención de evidencia para las teorías científicas: considerar la función estructural de los hidratos de carbono. (1.8)	
Comprensión:	Mentalidad internacional:
<ul style="list-style-type: none"> • La fórmula general de los hidratos de carbono es $C_x(H_2O)_y$. • Las proyecciones de Haworth representan las estructuras cíclicas de los monosacáridos. • Los monosacáridos contienen un grupo aldehído (aldosa) o un grupo cetona (cetosa) y varios grupos $-OH$. • Los azúcares de cadena lineal se ciclan en solución formando estructuras que contienen una unión éter. • Los disacáridos y polisacáridos se forman por enlaces glicosídicos entre los monosacáridos. • Los hidratos de carbono se usan como fuente de energía y reserva de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • El azúcar es un producto internacional muy importante que se produce en cerca de 130 países diferentes. Aproximadamente tres cuartos de la producción de azúcar de caña proviene de países de regiones tropicales y subtropicales y el resto proviene de remolacha azucarera que se cultiva en países templados. • La diabetes es una enfermedad crónica que se produce cuando el cuerpo no es capaz de regular efectivamente el azúcar de la sangre, debido a un fallo en la producción o funcionamiento de la insulina. La Organización Mundial de la Salud predice que entre el 2005 y el 2030 las muertes debidas a la diabetes se duplicarán. • La intolerancia a la lactosa es un estado en el que el individuo no es capaz de digerir la lactosa, el azúcar que se encuentra en la leche y los productos lácteos. Se debe a la producción insuficiente de lactasa, enzima que hidroliza la lactosa en glucosa y galactosa. Globalmente, la intolerancia a la lactosa es la norma. Es un ejemplo de una perspectiva occidental que invade la ciencia.

<p>B.4 Hidratos de carbono</p>	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de aspartamo como endulzante artificial ha sido un tema controvertido durante muchos años, puesto que no se han investigado completamente los efectos secundarios. ¿Deberían los científicos sentirse moralmente responsables por las consecuencias adversas de su trabajo? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los hidratos de carbono se usan en la industria farmacéutica para unir preparaciones en forma de comprimidos. El etanol para biocombustibles se produce a partir de la fermentación de hidratos de carbono de cosechas de maíz o caña de azúcar. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 10.1 y 10.2: Grupos funcionales orgánicos Tema 20.1: Reacciones orgánicas Tema 20.3: Estereoisomería Opción C.4: Biocombustibles Biología, tema 2.3: Hidratos de carbono</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir ensayos con las soluciones de Benedict o Fehling para distinguir entre azúcares reductores y no reductores o uso de solución de yodo para detectar la presencia de almidón. Objetivo 8: La producción de biocombustibles a partir de las cosechas genera muchas preguntas relacionadas con la deforestación, erosión del suelo y sustentabilidad. El debate “comida versus combustible” se refiere a la controversia que surge de los desarrollos que desvían cosechas agrícolas a la producción de biocombustibles.
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducción de las fórmulas estructurales de disacáridos y polisacáridos dados los monosacáridos. Relación de las propiedades y funciones de los monosacáridos y polisacáridos con sus estructuras químicas. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 34 del cuadernillo de datos se dan las formas de cadena lineal y de α-anillo de la glucosa y fructosa. No se requieren los monosacáridos componentes de disacáridos específicos y los detalles de las uniones de los polisacáridos. No se requieren las diferencias entre las formas α- y β- y la estructura de la celulosa. 	

Idea fundamental: Las vitaminas son micronutrientes orgánicos con diversas funciones que se deben obtener de la dieta.

B.5 Vitaminas	
Naturaleza de la ciencia: Realizar observaciones y evaluar afirmaciones: el descubrimiento de las vitaminas (aminas vitales) es un ejemplo de que los científicos buscan una causa para las observaciones específicas. Este hecho condujo a la explicación de las enfermedades por déficit (p. ej. escorbuto y beriberi). (1.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las vitaminas son micronutrientes orgánicos que (en su mayoría) no puede sintetizar el organismo sino que se deben obtener de las fuentes de alimentos adecuadas. La solubilidad (en agua o grasas) de una vitamina se puede predecir a partir de su estructura. La mayoría de las vitaminas son sensibles al calor. El déficit de vitaminas en la dieta provoca enfermedades específicas que afectan a millones de personas en el mundo. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comparación de las estructuras de las vitaminas A, C y D. Discusión de las causas y efecto del déficit de vitaminas en diferentes países y sugerencia de soluciones. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 35 del cuadernillo de datos se dan las estructuras de las vitaminas A, C y D. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La industria de suplementos alimentarios, especialmente la venta de píldoras de vitaminas, se ha convertido en una industria muy lucrativa en muchos países. El déficit de vitamina D está aumentando, en parte como resultado de la protección solar de la piel. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las consideraciones éticas de añadir suplementos a los alimentos que se consumen frecuentemente, como el flúor al agua o el yodo a la sal? Los organismos públicos pueden proteger al individuo pero también limitar su libertad. ¿Cómo sabemos qué es lo mejor para la sociedad y el individuo? Linus Pauling es el único hombre galardonado con dos premios Nobel. Su afirmación de que los suplementos de vitamina C podrían prevenir enfermedades como el resfriado común, generalizó su uso. ¿Cuál es el papel de las autoridades en la comunicación del conocimiento científico al público? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 4.1, 4.2 y 4.3: Estructura y propiedades físicas</p>

B.5 Vitaminas	
<ul style="list-style-type: none">No es preciso que aprendan fuentes específicas de vitaminas en los alimentos o los nombres de enfermedades que produce su déficit.	<p>Tema 10.1: Grupos funcionales orgánicos Tema 20.3: Isomería configuracional Biología, opción D.2: Nutrición humana y salud</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none">Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la determinación de niveles de vitamina C con DCPIP (2,6-diclorofenol indofenol) en alimentos.

Idea fundamental: El aumento de nuestros conocimientos de bioquímica ha traído como consecuencia algunos problemas ambientales, mientras que ha ayudado a resolver otros.

B.6 Bioquímica y ambiente	
Naturaleza de la ciencia: Evaluación de riesgos, colaboración, consideraciones éticas. Es responsabilidad de los científicos considerar qué productos de sus investigaciones y descubrimientos tendrán impacto negativo en el ambiente y hallar formas de contrarrestarlo. Por ejemplo, el uso de enzimas en los detergentes biológicos y para detener derrames de petróleo y en química ecológica en general. (4.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La xenobiótica trata de los agentes químicos que se encuentran en un organismo, cuya presencia no es normal. • Los plásticos biodegradables /compostables pueden ser consumidos o degradados por las bacterias u otros organismos vivos. • La química <i>host-guest</i> (huésped-anfitrión) implica la creación de moléculas host sintéticas que mimeticen algunas de las acciones realizadas por las enzimas en las células por enlace selectivo a especies anfitrión específicas, como los materiales tóxicos del ambiente. • Las enzimas se han desarrollado para ayudar en la degradación de los vertidos de petróleo y otros residuos industriales. • Las enzimas de los detergentes biológicos pueden mejorar la eficiencia energética permitiendo la limpieza efectiva a bajas temperaturas. • La bioamplificación es el aumento de la concentración de una sustancia en una cadena alimentaria. • La química ecológica, también llamada química sostenible, es una rama de la investigación química y la ingeniería que pretende minimizar la producción y liberación al ambiente de sustancias peligrosas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El término química ecológica fue acuñado por primera vez en 1991, y la aceptación de su filosofía ha conducido al cambio de la situación en la educación y legislación de muchos países. • El uso del pesticida DDT está prohibido en la mayoría de los países debido a sus efectos tóxicos y a la bioamplificación. Sin embargo, su uso continúa en países donde la malaria continúa siendo un gran reto para la salud pública. <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 4.4: Fuerzas intermoleculares Tema 10.1: Compuestos orgánicos naturales y sintéticos Opciones A.5 y A.7: Impacto ambiental de los plásticos Opción D.2: Antibióticos</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la comparación de la degradación de plásticos biodegradables y no biodegradables en el ambiente. • Objetivo 6: La evaluación de riesgos, incluyendo los riesgos ambientales, constituye una parte fundamental de todo trabajo experimental.

<p>B.6 Bioquímica y ambiente</p>	<p>Objetivo 8: El desarrollo de la ciencia de la química ecológica ha aumentado la toma de conciencia de las implicaciones ambientales y éticas por el uso de la ciencia y la tecnología.</p>
<p>B.6 Bioquímica y ambiente</p>	<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión del creciente problema de los xenobióticos como los antibióticos en las plantas de tratamiento de aguas residuales. • Descripción del papel del almidón en los plásticos biodegradables. • Aplicación de la química <i>host-guest</i> para la eliminación de un contaminante específico del ambiente. • Descripción de un ejemplo de bioamplificación, incluida la fuente química de la sustancia. Los ejemplos pueden incluir metales pesados o pesticidas. • Discusión de los desafíos y criterios para la evaluación del "ecologismo" de una sustancia usada en investigación bioquímica, incluida la eficiencia atómica. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se requieren los nombres de "sustancias químicas ecológicas" como los disolventes. • En las explicaciones de química <i>host-guest</i>, se debe destacar el enlace no covalente dentro de la supramolécula.

Temas adicionales del Nivel Superior

Idea fundamental: El análisis de la actividad enzimática y la concentración son áreas clave de la investigación bioquímica.

<p>B.7 Proteínas y enzimas</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Las teorías pueden ser sustituidas: de la hipótesis de "llave y cerradura" al modelo de "encaje inducido" para las enzimas. (1.9) Colaboración y consideraciones éticas: Los científicos colaboran en la síntesis de nuevas enzimas y para controlar reacciones deseadas (es decir, control de residuos). (4.5)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los inhibidores desempeñan un papel importante en la regulación de las actividades de las enzimas. Los aminoácidos y las proteínas pueden actuar como tampones en solución. Los ensayos de proteínas frecuentemente usan espectroscopía UV-visible y una curva de calibración basada en patrones conocidos. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinación de la velocidad máxima de reacción (V_{max}) y el valor de la constante de Michaelis (K_m) para una enzima por medios gráficos, y explicación de su significado. Comparación de la inhibición enzimática competitiva y no competitiva en cuanto a la estructura de la proteína, el sitio activo y el sitio alostérico. Explicación del concepto de inhibición de un producto en rutas metabólicas. Cálculos del pH de soluciones tampón, como las que se usan en análisis de proteínas y en reacciones con aminoácidos en solución. Determinación de la concentración de una proteína en solución a partir de una curva de calibración usando la ley de Beer-Lambert. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las tecnologías basadas en la acción enzimática se remontan a tiempos antiguos en algunos países. La fabricación de cerveza y de quesos se asocian con frecuencia a nombres de lugares particulares. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El término "llave y cerradura" es una metáfora efectiva, pero el modelo "encaje inducido" es mejor. ¿Cómo se usan las metáforas y los modelos en la construcción del conocimiento? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las enzimas se usan ampliamente en aplicaciones industriales y domésticas. Los ejemplos incluyen detergentes biológicos, textiles, alimentos y bebidas, y plásticos biodegradables. Los avances en la ingeniería de las proteínas han conducido a la síntesis de enzimas efectivas en un amplio rango de condiciones. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 6.1: Cinética química Temas 8.1, 8.3 y 8.4: La escala de pH y ácidos y bases conjugados Temas 18.2 y 18.3: Cálculos ácido-base y curvas de pH</p>

B.7 Proteínas y enzimas	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben cubrir los efectos de los inhibidores competitivos y no competitivos sobre los valores de K_m y V_{max}. • En la sección 1 del cuadernillo de datos se da la ecuación de Henderson-Hasselbalch. • Para la espectroscopía UV-visible, no se requiere conocimiento de reactivos específicos ni longitudes de onda. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir medición de la actividad enzimática con la variación de las condiciones de temperatura, pH y concentración de iones de metales pesados. • Objetivo 7: Experimentos de registro de datos con sondas de temperatura o pH para investigar la actividad enzimática en diferentes condiciones; o simulaciones informáticas de las interacciones enzima-sustrato. • Objetivo 8: Muchas tecnologías enzimáticas ayudan a mitigar los efectos ambientales perjudiciales de los agentes químicos como los de las industrias del cuero, papel y petróleo.

Idea fundamental: El ADN es el material genético que se expresa controlando la síntesis de proteínas en la célula.

B.8 Ácidos nucleicos	
<p>Naturaleza de la ciencia: El método científico: el descubrimiento de la estructura del ADN es un buen ejemplo de utilización de diferentes enfoques para resolver el mismo problema. Los científicos usaron modelos y experimentos de difracción para desarrollar la estructura del ADN. (1.3) Los desarrollos en investigación científica son consecuencia del perfeccionamiento de los aparatos: la doble hélice proveniente de la difracción de rayos X proporciona la explicación para las funciones conocidas del ADN. (3.7)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los nucleótidos son productos de condensación de un azúcar pentosa, ácido fosfórico y una base nitrogenada: adenina (A), guanina (G), citosina (C), timina (T) o uracilo (U). • Los polinucleótidos se forman por reacciones de condensación. • El ADN es una doble hélice formada por dos cadenas de polinucleótidos que se mantienen juntas por uniones de hidrógeno. • El ARN es generalmente una sola cadena de polinucleótido que contiene uracilo en lugar de timina y un azúcar ribosa en lugar de la desoxirribosa. • La secuencia de bases del ADN determina la estructura primaria de las proteínas sintetizadas por la célula usando un código de tres bases, conocido como código genético, que es universal. • Los organismos modificados genéticamente tienen material genético que ha sido alterado por medio de técnicas de ingeniería genética, que implican transferencias de ADN entre especies. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Proyecto Genoma Humano fue un programa de investigación internacional cuya meta fue completar el mapeo y secuenciación de todos los genes del genoma humano. • Las políticas de etiquetado de los alimentos modificados genéticamente (AMG) varía ampliamente en diferentes países. • La mayoría de los organismos modificados genéticamente están protegidos por patentes internacionales. ¿Qué efecto tiene este hecho sobre la economía global y la comunidad científica? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ADN almacena información, pero no conocimiento. • ¿Cuáles son las diferencias entre información y conocimiento? • En 1962, el Premio Nobel de Fisiología o Medicina se adjudicó conjuntamente a Crick, Watson y Wilkins "por sus descubrimientos relativos a la estructura molecular de los ácidos nucleicos y su importancia para la transferencia de información en el material vivo." ¿Cuál es el papel de la colaboración en el avance del conocimiento? • La existencia de bases de datos de ADN plantea preguntas sobre la privacidad del individuo y el derecho que tienen los gobiernos de acceder a la información personal. ¿Quién tiene el derecho de acceder al conocimiento del ADN de una persona?

B.8 Ácidos nucleicos	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la estabilidad del ADN en función de las interacciones entre sus componentes hidrofílicos e hidrofóbicos. • Explicación del origen de la carga negativa en el ADN y su asociación con las proteínas básicas de los cromosomas (histonas). • Deducción de la secuencia de nucleótidos de una hebra complementaria de ADN o una molécula de ARN a partir de una secuencia de polinucleótido dada. • Explicación de cómo el apareamiento complementario entre bases permite que el ADN sea capaz de replicarse a sí mismo exactamente. • Discusión de los beneficios y preocupaciones acerca del uso de alimentos modificados genéticamente. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 34 del cuadernillo de datos se dan las estructuras de las bases nitrogenadas y los azúcares ribosa y desoxirribosa. • No se requiere el conocimiento de las diferentes formas de ARN. • No se requieren los detalles del proceso de replicación de ADN. • Limitar la expresión de ADN al concepto de que un código de cuatro unidades de bases determina una secuencia de veinte unidades de aminoácidos. No se requieren detalles de la transcripción y la traducción. 	<p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento de la secuenciación de ADN ha transformado ciertos aspectos de la investigación legal, incluyendo casos forenses y de paternidad. También se usa ampliamente en estudios de datos genealógicos y migraciones humanas. • La secuenciación del ADN es un aspecto importante del estudio de la evolución bioquímica. <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 4.4: Enlace de hidrógeno, interacciones intermoleculares Tema 8.1: Interacciones ácido-base Biología, temas 2.6 y 7.1: Estructura del ADN y el ARN</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 5: La historia de la rivalidad existente entre los diferentes equipos implicados en la elucidación de la estructura del ADN en los años 50 es un ejemplo de la falta de colaboración efectiva y comunicación durante las actividades científicas. • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la extracción de ADN de células e investigación de sus propiedades físicas y ejercicios de construcción de modelos de estructura de ADN, incluyendo el apareamiento específico de las bases entre purina y pirimidina. • Objetivo 7: Existen bases de datos de secuencias genéticas de diferentes organismos. • Objetivo 8: Muchas cuestiones éticas se derivan de nuestro conocimiento del genoma humano, incluyendo la clonación, la ingeniería genética y la terapia genética, entre otras.

Idea fundamental: Los pigmentos biológicos comprenden una variedad de estructuras químicas con diversas funciones que absorben luz de longitudes de onda específicas.

B.9 Pigmentos biológicos	
Naturaleza de la ciencia:	
Uso de datos: las mediciones cuantitativas de absorbancia constituyen un medio fiable de comunicar bases de datos de colores que inicialmente eran subjetivas y difíciles de duplicar. (3.1)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los pigmentos biológicos son compuestos coloreados producidos por el metabolismo. El color de los pigmentos se debe a sus sistemas altamente conjugados con electrones deslocalizados, que presentan intensas bandas de absorción en la región visible. Las porfirinas, como la hemoglobina, la mioglobina, la clorofila y muchos citocromos, son quelatos de metales con grandes ligandos macrocíclicos que contienen nitrógeno. La hemoglobina y la mioglobina contienen grupos hemo en el que el grupo porfirina está enlazado a un ion hierro (II). Los citocromos contienen grupos hemo en los que el ion hierro se interconvierte de hierro (II) a hierro (III) durante reacciones redox. Las antocianinas son pigmentos aromáticos solubles en agua extensamente distribuidos en las plantas. Su color específico depende de los iones metálicos y del pH. Los carotenoides son pigmentos solubles en lípidos y están involucrados en la captación de luz durante la fotosíntesis. Son susceptibles de oxidación catalizada por la luz. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Durante la preparación y procesamiento comercial de alimentos se les añade, con frecuencia, colorantes artificiales. La lista de colorantes alimentarios aceptados varía extremadamente entre países, hecho que acarrea problemas de comercio internacional. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los experimentos muestran que nuestra apreciación de los alimentos se basa en una interacción entre nuestros sentidos. ¿Cómo interactúan los diferentes sentidos en nuestro conocimiento empírico del mundo? <p>Utilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los diferentes tonos de piel, ojos y cabello son el resultado de diferencias de concentración del pigmento melanina. Las personas cuyos antepasados vivieron a elevada altitud durante muchas generaciones han desarrollado una hemoglobina con mayor afinidad por el oxígeno. El color rojo púrpuro de la carne se debe en gran parte a la presencia de mioglobina. El cambio a color marrón durante la cocción se debe a que el ion hierro se oxida a Fe^{3+}. Las antocianinas y carotenoides proporcionan señales visibles para que las plantas atraigan insectos y pájaros para la polinización y dispersión de las semillas. También protegen a las plantas del daño causado por la luz UV.

B.9 Pigmentos biológicos	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la forma sigmoide de la curva de disociación del oxígeno de la hemoglobina en función del enlace cooperativo de la hemoglobina con el oxígeno. • Discusión de los factores que influyen sobre la saturación de oxígeno de la hemoglobina, incluidos la temperatura, el pH y el dióxido de carbono. • Descripción de la mayor afinidad por el oxígeno de la hemoglobina fetal. • Explicación de la acción del monóxido de carbono como inhibidor competitivo de la unión con el oxígeno. • Resumen de los factores que afectan la estabilidad de las antocianinas, los carotenoides y la clorofila en función de sus estructuras. • Explicación de la capacidad de las antocianinas de actuar como indicadores basándose en su sensibilidad al pH. • Descripción de capacidad de los pigmentos fotosintéticos de capturar energía solar durante la fotosíntesis. • Investigación de pigmentos por medio de cromatografía en papel y en capa delgada. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 35 del cuadernillo de datos se dan las estructuras de la clorofila, el grupo hemo B y ejemplos específicos de antocianinas y carotenoides; no se requieren detalles de nombres y estructuras de otros pigmentos. • La explicación del enlace cooperativo en la hemoglobina se debe limitar a los cambios conformacionales que se producen en un polipéptido cuando se oxigena. • No se requieren conocimientos específicos de los cambios de color que se producen cuando cambian las condiciones. 	<p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 8.2: Indicadores Tema 13.2: Iones complejos Opción C.8: Conjugación electrónica y células solares sensibilizadas por colorante</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la extracción y aislamiento de pigmentos de plantas usando disolventes y embudo de decantación o el uso de antocianinas como indicadores de pH. • Objetivo 7: Uso de registradores de datos para recoger datos de absorción.

Idea fundamental: La mayoría de los procesos bioquímicos son estereoespecíficos e implican solo moléculas con cierta configuración de los átomos de carbono quirales.

B.10 Estereoquímica en las biomoléculas	
Naturaleza de la ciencia: Las teorías se usan para explicar fenómenos naturales/evaluar afirmaciones. La bioquímica engloba muchas moléculas quirales en las que un enantiómero posee actividad biológica específica. Las reacciones químicas en ambiente quiral son el principio diferenciador entre materia viva y no viva. (2.2)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salvo en una excepción, los aminoácidos son quirales, y en las proteínas solo se encuentra la configuración L. • En su mayoría, las grasas insaturadas naturales tienen forma <i>cis</i>, pero durante el procesamiento de los alimentos se pueden transformar en <i>trans</i>. • La configuración D y L de los estereoisómeros de los azúcares se refiere al átomo de carbono quiral más lejano del grupo aldehído o cetona. Las formas D son las más frecuentes en la naturaleza. • Las formas cíclicas de los azúcares tienen isómeros, conocidos como α y β, según sea la posición del grupo hidroxilo del carbono 1 (glucosa) o el carbono 2 (fructosa): hacia abajo del plano del anillo (α) o hacia arriba del plano del anillo (β). • La química de la visión implica la interconversión activada por la luz de los isómeros <i>cis</i>- y <i>trans</i>- del retinal. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la hidrogenación y la hidrogenación parcial de las grasas insaturadas, incluyendo la producción de grasas <i>trans</i>, y discusión de las ventajas y desventajas de estos procesos. • Explicación de la estructura y propiedades de la celulosa, y comparación con el almidón. • Discusión de la importancia de la celulosa como material estructural y en la dieta. • Resumen del papel de la vitamina A en la visión, incluyendo los papeles de la opsina, rodopsina y el <i>cis</i>- y <i>trans</i>-retinal. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los distintos países tienen normas de etiquetado de alimentos muy diferentes con respecto a su contenido químico, incluido el tipo de grasas presentes. <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 10.1: Grupos funcionales orgánicos Tema 20.1: Reacciones orgánicas Tema 20.3: Estereoisomería Opción A.4: Fuerzas intermoleculares/de London</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: El uso de grasas saturadas y grasas <i>trans</i>, acarrea cuestiones éticas, especialmente en la industria de la comida rápida.

<p>B.10 Estereoquímica en las biomoléculas</p>	<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• No se requieren los nombres de las enzimas implicadas en el ciclo de la visión.• Se deben tratar los puntos de fusión relativos de las grasas saturadas y las <i>cis-/trans-</i> insaturadas.
---	---

Temas troncales

Idea fundamental: Las sociedades son completamente dependientes de los recursos energéticos. En cualquier conversión, la cantidad de energía se conserva, pero la calidad se degrada.

C.1 Fuentes de energía	
<p>Naturaleza de la ciencia: Uso de teorías para explicar fenómenos naturales: las variaciones de energía en el mundo que nos rodea son consecuencia de las variaciones de energía potencial y cinética a nivel molecular. La energía tiene cantidad y calidad. (2.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una fuente de energía útil es aquella que libera energía a velocidad razonable y produce mínima contaminación. La calidad de la energía se degrada a medida que se transfiere calor al entorno. La energía y los materiales evolucionan desde una forma concentrada hacia una dispersa. La cantidad de la energía disponible para realizar trabajo disminuye. Las fuentes de energía renovables se regeneran naturalmente. Las fuentes de energía no renovables son finitas. Densidad de energía = $\frac{\text{energía liberada por el combustible}}{\text{volumen de combustible consumido}}$ Energía específica = $\frac{\text{energía liberada por el combustible}}{\text{masa de combustible consumido}}$ Eficacia de una transferencia de energía = $\frac{\text{salida de energía útil}}{\text{entrada total de energía}} \times 100\%$ 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La Agencia Internacional de Energía es una organización autónoma con base en París que trabaja para asegurar energía fiable, económica y limpia para sus 28 países miembros y otros. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), con base en Abu Dabi, EAU, se fundó en 2009 para promover la adopción creciente y uso sostenible de fuentes de energía renovables (bioenergía, energía geotérmica, energía hidráulica, oceánica, solar y eólica). <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> "No tengo dudas de que el aprovechamiento de la energía solar tendrá éxito. Si los rayos del sol fueran armas de guerra, ya habríamos tenido energía solar hace cientos de años." (Lord George Porter). ¿En qué medida deberían los factores sociales, políticos, culturales y religiosos afectar el tipo de investigación que se ha de financiar y realizar o rechazar? Existen muchos aspectos éticos que se derivan de la generación de energía y su consecuente contribución a la contaminación y al cambio climático. ¿Cómo influyen las presiones políticas en las diferentes áreas del conocimiento?

C.1 Fuentes de energía	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión del uso de diferentes fuentes de energía renovables y no renovables. • Determinación de la densidad de energía y la energía específica de un combustible a partir de la entalpía de combustión, la densidad y la masa molar del combustible. • Discusión de la influencia de la densidad de energía de un combustible o de su energía específica en su elección como combustible. • Determinación de la eficacia de un proceso de transferencia de energía a partir de los datos apropiados. • Discusión de las ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de energía desde C.2 hasta C.8. 	<p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 5.1: Entalpías de combustión Tema 10.2: La combustión de los hidrocarburos Sistemas Ambientales y Sociedades, temas 3.2, 3.3, 3.5 y 3.6 Física, tema 8.1: Densidad de energía</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 1: Discusión sobre el hecho de que las posibles fuentes de energía proporcionen oportunidades para el estudio científico y la creatividad dentro de un contexto global. • Objetivo 6: Se podría investigar experimentalmente la densidad de energía de diferentes combustibles. • Objetivo 7: Se pueden explorar bases de datos estadísticos de energía a escala nacional y global. • Objetivo 8: La producción de energía tiene dimensiones globales a nivel económico y ambiental. Las elecciones que se realizan en esta área tienen implicaciones morales y éticas.

Idea fundamental: La energía de los combustibles fósiles se origina a partir de la energía solar almacenada por medio de procesos químicos en el transcurso del tiempo. Estos recursos abundantes no son renovables pero proporcionan gran cantidad de energía debido a la naturaleza de los enlaces químicos presentes en los hidrocarburos.

C.2 Combustibles fósiles

Naturaleza de la ciencia:

La comunidad científica y la colaboración: el uso de combustibles fósiles ha tenido un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. (4.1)

Comprensión:

- Los combustibles fósiles se formaron por reducción de compuestos biológicos que contienen carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y oxígeno.
- El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos que se pueden desdoblar, por medio de la destilación fraccionada, en diferentes partes componentes llamadas fracciones.
- El petróleo crudo necesita ser refinado antes de su uso. Las diferentes fracciones se separan por medio de un proceso físico en la destilación fraccionada.
- La tendencia de un combustible a arder espontáneamente, que conduce al "golpeteo" en el motor de un automóvil, se relaciona con la estructura molecular y se mide por el número de octano.
- El comportamiento de los hidrocarburos como combustibles se perfecciona por medio de las reacciones de craqueo y reformado catalítico.
- La gasificación y licuación del carbón son procesos químicos que convierten el carbón en hidrocarburos gaseosos y líquidos.
- La huella de carbono es la cantidad total de gases que causan efecto invernadero producido durante las actividades humanas. Generalmente, se expresa en toneladas equivalentes de dióxido de carbono.

Mentalidad internacional:

- La elección de un combustible fósil en diferentes países depende de su disponibilidad y de factores económicos, sociales, ambientales y tecnológicos.
- En diferentes países se usan diferentes sistemas de clasificación de combustibles (RON, MON o PON).
- Las perforaciones oceánicas, los oleoductos y los derrames de petróleo son asuntos que demandan cooperación y acuerdo internacional.

Utilización:

Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:

Temas 5.1 y 5.3: Variaciones de entalpía de combustión

Temas 10.1 y 20.3: Hidrocarburos e isomería

Tema 10.2 y opción C.5: Calentamiento global

Opción C.8: Células solares

Biología, tema 4.3: Ciclo del carbono

Objetivos generales:

- **Objetivo 6:** Los posibles experimentos pueden ser destilación fraccionada y reacciones de craqueo catalítico.
- **Objetivo 7:** Se pueden explorar bases de datos estadísticos de energía a escala nacional y global.

C.2 Combustibles fósiles	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión del efecto de la longitud y las ramificaciones de la cadena sobre el número de octano. • Discusión de las reacciones de reformado y craqueo de los hidrocarburos y explicación de cómo estos procesos aumentan el número de octano. • Deducción de ecuaciones de las reacciones de craqueo y reformado, gasificación y licuación del carbón. • Discusión de las ventajas y desventajas de los distintos combustibles fósiles. • Identificación de las distintas fracciones del petróleo, su volatilidad relativa y sus usos. • Cálculos del dióxido de carbono emitido a la atmósfera durante la combustión de distintos combustibles y determinación de la huella de carbono de diferentes actividades. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe tratar el costo de producción y la disponibilidad (reservas) de combustibles fósiles y su impacto ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Existen muchos calculadores en línea para calcular huellas de carbono. • Objetivo 8: La consideración de las ventajas y desventajas de los combustibles fósiles ilustra las implicaciones económicas y ambientales del uso de la ciencia y la tecnología.

Idea fundamental: La fusión de los núcleos de hidrógeno en el Sol es la fuente de gran parte de la energía necesaria para la vida en la Tierra. Existen muchos desafíos tecnológicos para reproducir este proceso en la Tierra, pero si se logra podría ofrecer una abundante fuente de energía. La fusión implica la ruptura de núcleos grandes inestables en núcleos más pequeños y estables.

C.3 Fusión y fisión nuclear	
Naturaleza de la ciencia:	
<p>Evaluar la ética de la investigación científica: el uso generalizado de la fisión nuclear para producir energía conduciría a la reducción de la emisión de gases que causan el efecto invernadero. La fisión nuclear es el proceso que tiene lugar en la bomba atómica y la fusión nuclear, en la bomba de hidrógeno. (4.5)</p>	
<p>Comprensión:</p> <p>Fisión nuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> Los núcleos ligeros pueden sufrir reacciones de fusión puesto que esto aumenta la energía de enlace por nucleón. Las reacciones de fusión constituyen una prometedora fuente de energía puesto que el combustible no es caro y es abundante y no genera residuos radiactivos. Los espectros de absorción se usan para analizar la composición de las estrellas. <p>Fisión nuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> Los núcleos pesados pueden sufrir reacciones de fisión puesto que esto aumenta la energía de enlace por nucleón. El ^{235}U sufre una reacción de fisión en cadena: $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U} \rightarrow \text{X} + \text{Y} + \text{neutrones.}$ <ul style="list-style-type: none"> La masa crítica es la masa de combustible necesaria para que la reacción sea autosostenible. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de energía nuclear es controlado internacionalmente por el Organismo Internacional de Energía Atómica. La investigación sobre partículas físicas ricas en energía implica la colaboración internacional. Existen instalaciones de aceleradores en CERN, DESY, SLAC, Fermilab y Brookhaven. Científicos de muchos países difunden y comparten los resultados. El proyecto ITER cuenta con la colaboración de muchos países y propone demostrar que la fusión es la fuente de energía del futuro. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de energía nuclear conlleva riesgos así como también beneficios. ¿Quién debería ser el responsable final de evaluar esto? ¿Cómo sabemos qué es lo mejor para la sociedad y el individuo? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 2.1: Isótopos Tema 2.2: Espectro de emisión del hidrógeno Física, tema 7.2: Fusión nuclear</p>

C.3 Fusión y fisión nuclear	
<ul style="list-style-type: none"> • El ^{239}Pu, usado como combustible en “reactores reproductores” se produce cuando el ^{238}U captura un neutrón. • Los residuos radiactivos pueden contener isótopos con períodos de semirreacción largos y cortos. • El período de semirreacción es el tiempo necesario para que un número de átomos se desintegre hasta la mitad. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <p>Fusión nuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de ecuaciones nucleares para reacciones de fusión. • Explicación de reacciones de fusión en función de la energía de enlace por nucleón. • Explicación de los espectros de absorción atómica del hidrógeno y el helio, incluyendo las relaciones entre las líneas y las transiciones electrónicas. <p>Fisión nuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deducción de ecuaciones nucleares de reacciones de fisión. • Explicación de reacciones de fisión en función de la energía de enlace por nucleón. • Discusión del almacenamiento y eliminación de los residuos nucleares. • Resolución de problemas de desintegración radioactiva con períodos de semirreacción de números enteros. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Animaciones y simulaciones informáticas sobre desintegración radiactiva y reacciones de fusión y fisión nucleares. • Objetivo 8: Consideración del impacto ambiental de la energía nuclear para ilustrar las implicaciones del uso de la ciencia y la tecnología.

C.3 Fusión y fisión nuclear	
<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• No se espera que los alumnos recuerden reacciones de fisión específicas.• No se requiere el funcionamiento de una planta de energía nuclear.• Los aspectos relativos a la seguridad y riesgos incluyen: salud, problemas asociados con los residuos nucleares y fisión del núcleo y la posibilidad de que los combustibles nucleares se usen en armas nucleares.• En la sección 1 del cuadernillo de datos se dan las ecuaciones $N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ y } T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}.$	

Idea fundamental: La luz visible puede ser absorbida por moléculas que tengan estructura conjugada con un sistema extendido de enlaces simples y múltiples alternados. La fotosíntesis convierte energía solar en energía química.

C.4 Energía solar	
Naturaleza de la ciencia:	
<p>Conocimiento público: el empleo de la energía del Sol es un tema actual de investigación y sigue siendo un desafío. Sin embargo se anima a los consumidores y a las compañías de energía a usar la energía solar como fuente alternativa. (5.2)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> La luz es absorbida por la clorofila y otros pigmentos con estructura electrónica conjugada. La fotosíntesis convierte energía luminosa en energía química: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ La fermentación de la glucosa produce etanol que se usa como biocombustible: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ El contenido energético de los aceites vegetales es similar al del combustible diesel pero estos no se pueden usar en el motor de combustión interna por ser demasiado viscosos. La transesterificación entre un éster y un alcohol con un catalizador ácido fuerte o básico produce un éster diferente: $\text{RCOOR}^1 + \text{R}^2\text{OH} \rightarrow \text{RCOOR}^2 + \text{R}^1\text{OH}$ En el proceso de transesterificación, que implica una reacción con un alcohol en presencia de un ácido o base fuertes, los triglicéridos de los aceites vegetales se convierten en una mezcla formada principalmente por ésteres de alquilo y glicerina, pero con algunos ácidos grasos. La transesterificación con metanol o etanol produce aceites de menor viscosidad que se pueden usar en motores diesel. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de las características de las moléculas que les permiten a estas absorber luz visible. 	<p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La “fusión fría” fue desechada porque los resultados no son reproducibles. ¿es siempre posible obtener resultados reproducibles en las ciencias naturales? ¿Son posibles los resultados reproducibles en otras áreas del conocimiento? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 5.3: Entalpías de enlace Tema 20.1: Mecanismo de las reacciones de sustitución Biología, tema 2.9: Fotosíntesis</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 2: La conversión de energía solar es importante en algunas tecnologías. Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir fotosíntesis, fermentación y transesterificación. Objetivo 8: Las reacciones de transesterificación con aceite de cocina residual podrían reducir los residuos y producir excelentes biocombustibles.

C.4 Energía solar

- Explicación de la reducción de viscosidad que se produce cuando los ésteres producidos se mezclan con metanol y etanol.
- Evaluación de las ventajas y desventajas del uso de biocombustibles.
- Deducción de ecuaciones para reacciones de transesterificación.

Orientación:

- Solo es preciso tratar sistemas conjugados con enlaces dobles alternados.

Idea fundamental: Los gases de la atmósfera producidos por las actividades humanas están cambiando el clima puesto que están perturbando el equilibrio entre la radiación entrante y saliente de la atmósfera.

<p>C.5 Impacto ambiental: calentamiento global</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Transdisciplinariedad: el estudio del calentamiento global comprende una variedad de conceptos e ideas y es transdisciplinario. (4.1) Colaboración e importancia de las explicaciones científicas al público: informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (5.2) Correlación y causa, y comprensión de la ciencia: los niveles de CO₂ y la temperatura media de la Tierra muestran clara correlación; sin embargo, en el pasado, las variaciones amplias de temperatura de la superficie de la Tierra eran frecuentes. (2.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los gases que causan efecto invernadero permiten la entrada de radiación solar de longitud de onda corta pero absorben la radiación de mayor longitud de onda que sale de la Tierra. Parte de la radiación absorbida es reirradiada hacia la Tierra. Existe un equilibrio heterogéneo entre la concentración de dióxido de carbono presente en la atmósfera y el dióxido de carbono acuoso, presente en los océanos. Los gases que causan el efecto invernadero absorben radiación IR ya que el momento dipolar varía debido a que los enlaces de la molécula se estiran y curvan. Las partículas, como el humo y el polvo, causan oscurecimiento global puesto que reflejan la luz del sol, como lo hacen las nubes. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicación de los mecanismos moleculares por medio de los cuales los gases que causan efecto invernadero absorben radiación infrarroja. Discusión de la evidencia de la relación existente entre el aumento de concentración de los gases y el calentamiento global. Discusión de las fuentes, la abundancia relativa y los efectos de los diferentes gases que causan efecto invernadero. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Este asunto involucra a la comunidad internacional toda, la cual trabaja unida para investigar y reducir los efectos del calentamiento global, mediante, por ejemplo, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y el protocolo de Kioto que se extendió a Qatar. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Algunas personas cuestionan la veracidad del cambio climático, y cuestionan los motivos de los científicos que han “exagerado” el problema. ¿Cómo evaluamos la evidencia recogida y los modelos usados para predecir el impacto de las actividades humanas? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 7.1 y 17.1: Sistemas en equilibrio Tema 8.2: Equilibrios ácido-base Tema 11.3: Espectros infrarrojo Tema 13.2: Complejos de los metales de transición Biología, tema 4.4: Cambio climático Física, tema 8.1: Transferencia de energía térmica</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Se podría investigar experimentalmente el equilibrio entre el dióxido de carbono acuoso y gaseoso.

C.5 Impacto ambiental: calentamiento global	
<ul style="list-style-type: none"> • Discusión de diferentes formas de controlar las emisiones de dióxido de carbono. • Discusión de las variaciones de pH del océano debidas al aumento de concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los gases que causan efecto invernadero que deben considerarse son CH₄, H₂O y CO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: El modelado informático es una herramienta poderosa por medio de la cual se puede incrementar el conocimiento sobre el efecto invernadero. • Objetivo 8: Las discusiones sobre el cambio climático y la química ecológica promueven la toma de conciencia sobre las implicaciones éticas, económicas y ambientales del uso de la ciencia y la tecnología.

Temas adicionales del Nivel Superior

Idea fundamental: La energía química de las reacciones redox se puede usar como fuente portátil de energía eléctrica.

C.6 Electroquímica, baterías recargables y pilas de combustible	
<p>Naturaleza de la ciencia: Problemas ambientales: las reacciones redox se pueden usar como fuente de electricidad, pero la eliminación de las baterías tiene consecuencias ambientales. (4.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una pila electroquímica tiene una resistencia interna debida al tiempo finito que tardan los iones en difundirse. La corriente máxima de una pila está limitada por su resistencia interna. El voltaje de una batería depende en primer lugar de la naturaleza de los materiales usados mientras que el trabajo total que se puede obtener de ella depende de su cantidad. En una pila primaria, la reacción electroquímica no es reversible. En las pilas recargables las reacciones redox se pueden invertir usando electricidad. Una pila de combustible se puede usar para convertir directamente la energía química del combustible que se consume en energía eléctrica. Las pilas de combustible microbiano (MFC) son una posible fuente sostenible de energía porque usan como combustible diferentes hidratos de carbono o los sustratos presentes en las aguas residuales. Para calcular el potencial de la semipila de una pila electroquímica en condiciones no estándar, se usa la ecuación de Nernst, $E = E^0 - \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln Q$. En una pila de concentración, los electrodos son iguales pero la concentración de las soluciones de electrolitos en el ánodo y el cátodo es diferente. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distinción entre pilas de combustible y pilas primarias. Deducción de las semiecuaciones para las reacciones en los electrodos de una pila de combustible. Comparación entre las pilas de combustible y las baterías recargables. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Son equivalentes los programas de reciclaje de baterías en diferentes partes del mundo? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La función primaria del lenguaje y el vocabulario científico, ¿es descriptiva o interpretativa? Los términos "corriente eléctrica" y "resistencia interna", ¿son descripciones exactas de la realidad o metafóras? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa Tema 9.1: Reacciones redox Tema 19.1: Celdas electroquímicas Biología, tema 6.5: Las células musculares y nerviosas que se discuten en biología son pilas de concentración Física, tema 5.3: Relación entre potencia, voltaje, resistencia e intensidad de corriente</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 2: La conversión de energía química en electricidad es importante en varias tecnologías diferentes. Objetivo 6: Se podrían investigar experimentalmente los factores que afectan el voltaje de una pila y la batería de plomo-ácido. Objetivo 8: La consideración de las ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de energía evidencia las implicaciones económicas y ambientales del uso de la ciencia y la tecnología. Se podrían discutir los aspectos ambientales de las pilas de combustible, especialmente en lo que respecta al metanol. Objetivo 8: La eliminación de las pilas primarias y los productos químicos que contienen pueden acarrear problemas de contaminación en el suelo y el agua.

C.6 Electroquímica, baterías recargables y pilas de combustible	
<ul style="list-style-type: none"> • Discusión de las ventajas de los diferentes tipos de pilas en cuanto al tamaño, masa y voltaje. • Resolución de problemas usando la ecuación de Nernst. • Cálculo de la eficacia termodinámica, ($\Delta G/\Delta H$), de una pila de combustible. • Explicación del funcionamiento de pilas recargables y de combustible incluyendo diagramas y semiecuaciones pertinentes. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una batería se debe considerar como una fuente electroquímica portátil formada por una o más pilas voltaicas (galvánicas) conectadas en serie. • En la sección 1 del cuadernillo de datos se da la ecuación de Nernst. • Se deben considerar el hidrógeno y el metanol como combustibles para las pilas de combustible. Se debe tratar el funcionamiento de las pilas en condiciones ácidas y alcalinas. Los alumnos deben estar familiarizados con la membrana de intercambio protónico (PEM) de las pilas de combustible. • La especie de bacterias <i>Geobacter</i>, por ejemplo, se pueden usar en algunas pilas para oxidar los iones etanoato (CH_3COO^-) en condiciones anaeróbicas. • Se deben considerar la batería de almacenamiento plomo-ácido, la pila de níquel-cadmio (NiCad) y la batería de ion litio. • Los alumnos deben estar familiarizados con las semiecuaciones que se producen en el ánodo y el cátodo y los usos de las diferentes pilas. 	<p>Reconocimiento del impacto ambiental de la contaminación por cadmio y plomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: Las pilas de combustible bacteriano usan como combustible los sustratos que se encuentran en las aguas residuales y por ello se pueden usar para limpiar el ambiente.

Idea fundamental: Se puede obtener gran cantidad de energía a partir de pequeña cantidad de materia.

C.7 Fusión nuclear y fisión nuclear	
Naturaleza de la ciencia:	
Tendencias y discrepancias: nuestro conocimiento de los procesos nucleares provienen de avances teóricos y experimentales. Las fuerzas intermoleculares en el UF ₆ son anómalas y no siguen las tendencias normales. (3.1)	
<p>Comprensión:</p> <p>Fusión nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> El defecto de masa, (Δm), es la diferencia entre la masa del núcleo y la suma de las masas de sus nucleones individuales. La energía de enlace nuclear (ΔE), es la energía necesaria para separar un núcleo en sus protones y neutrones. <p>Fisión nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> La energía producida por una reacción de fisión se puede calcular a partir de la diferencia de masa entre los productos y los reactivos usando la relación de equivalencia entre masa y energía de Einstein, $E = mc^2$. Para enriquecer el combustible, los diferentes isótopos del uranio presentes en el hexafluoruro de uranio, se pueden separar usando difusión o centrifugación. La velocidad de efusión de un gas es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa molar (ley de Graham). Desde el punto de vista cinético, la desintegración radiactiva es un proceso de primer orden en el que la relación existente entre el período de semirreacción se relaciona con la constante de desintegración mediante la ecuación $\lambda = \frac{\ln 2}{t_1/2}$ <ul style="list-style-type: none"> Los peligros de la energía nuclear se deben a que la naturaleza ionizante de la radiación que emite, conduce a la formación de radicales libres oxígeno como los superóxidos (O_2^-) e hidroxilos (OH^-). Estos radicales libres pueden iniciar reacciones en cadena dañando el ADN y las enzimas de las células vivientes. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Solo un pequeño número de países ha desarrollado armas nucleares y el Organismo Internacional de Energía Atómica se esfuerza por limitar la diseminación de esta tecnología. Existen disputas sobre si algunos países están desarrollando energía nuclear con fines pacíficos o no pacíficos. Los incidentes nucleares tienen efectos globales; para ilustrar los peligros potenciales se podrían discutir los accidentes de Three Mile Island, el de Chernobyl y los problemas de Fukushima causados por un tsunami. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> “No existe probabilidad de que los humanos alguna vez utilicen la energía del átomo” (Robert Millikan, premio nobel de Física de 1923, cita de 1928) ¿Cómo predecir el impacto de las nuevas tecnologías? ¿Cuál es la importancia de las opiniones de los expertos en la búsqueda del conocimiento? La liberación de energía durante las reacciones de fisión se puede usar en tiempos de paz para generar energía, pero también puede conducir a la destrucción en tiempos de guerra. ¿Deberían los científicos sentirse moralmente responsables de las aplicaciones de sus descubrimientos? ¿Existe algún área del conocimiento cuya actividad sea moralmente inaceptable? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 4.1 y 4.3: Estructura y enlace Tema 16.1: Reacciones de primer orden Física, tema 7.2: Fusión nuclear Geografía: Las diferentes políticas y actitudes respecto de la energía nuclear se discuten en las secciones de recursos de la guía</p> <p>Objetivos generales:</p>

C.7 Fusión nuclear y fisión nuclear	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <p>Fusión nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del defecto de masa y la energía de enlace de un núcleo. • Aplicación de la relación de equivalencia entre masa y energía de Einstein, $E = mc^2$, para determinar la energía producida en una reacción de fusión. <p>Fisión nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la relación de equivalencia entre masa y energía de Einstein, para determinar la energía producida por una reacción de fisión • Discusión de las diferentes propiedades del UO_2 y el UF_6 en cuanto a su enlace y estructura. • Resolución de problemas que impliquen el período de semidesintegración radiactiva. • Explicación de la relación que existe entre la ley de efusión de Graham y la teoría cinética. • Resolución de problemas sobre las velocidades de efusión relativas usando la ley de Graham. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se requiere que los alumnos recuerden reacciones de fisión específicas. • No se requiere el funcionamiento de una planta de energía nuclear. • Los aspectos relativos a la seguridad y riesgos incluyen: salud, problemas asociados con los residuos nucleares y fusión del núcleo y la posibilidad de que los combustibles nucleares se usen en armas nucleares. • En la sección 1 del cuadernillo de datos se encuentra la ley de efusión de Graham. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Animaciones y simulaciones informáticas sobre desintegración radiactiva y reacciones de fusión y fisión. • Objetivo 8: La consideración de las ventajas y desventajas de la fusión nuclear demuestra las implicaciones ambientales y económicas del uso de la ciencia y la tecnología. También se pueden discutir las reacciones de fusión en las bombas de hidrógeno.

C.7 Fusión nuclear y fisión nuclear	<ul style="list-style-type: none">• En la sección 1 del cuadernillo de datos se proporcionan las relaciones de desintegración.• En la sección 36 del cuadernillo de datos se incluye una curva de energía de enlace nuclear.
--	---

Idea fundamental: Cuando la energía solar se convierte en energía eléctrica es preciso absorber la luz y separar las cargas. En una célula fotovoltaica ambos procesos ocurren en el semiconductor de silicio, mientras que en una célula solar sensibilizada por colorante (DSSC), ambos procesos se producen por separado.

C.8 Células fotovoltaicas y células solares sensibilizadas por colorante (DSSC)	
Naturaleza de la ciencia:	
Transdisciplinariedad: el funcionamiento de una célula solar sensibilizada por colorante que imita la fotosíntesis y utiliza nanopartículas de TiO_2 , constituye un ejemplo de la naturaleza transdisciplinaria de la ciencia, que relaciona la química con la biología. (4.1)	
Financiación: el nivel de financiación y el origen de los fondos son cruciales en lo que respecta al tipo de investigación que se ha de realizar. Las primeras células fotovoltaicas fueron fabricadas por la NASA para las sondas espaciales y solo más tarde se usaron en la Tierra. (4.7)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las moléculas con sistemas conjugados más largos absorben luz de mayor longitud de onda. La conductividad eléctrica de un semiconductor aumenta con el aumento de temperatura, mientras que la conductividad de los metales disminuye. La conductividad del silicio se puede incrementar dopándolo para producir semiconductores de tipo n y de tipo p. La energía solar se puede convertir en electricidad en una célula fotovoltaica. La DSSC imita la forma en que las plantas aprovechan la energía solar. Los electrones son "inyectados" desde una molécula excitada directamente en el semiconductor de TiO_2. El uso de nanopartículas revestidas de pigmentos que absorben luz aumenta el área superficial efectiva y ello permite la absorción de más luz en un rango más amplio del espectro visible. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Relación entre el grado de conjugación en la estructura molecular y la longitud de onda de la luz absorbida. Explicación del funcionamiento de la célula fotovoltaica y la célula solar sensibilizada por colorante. Explicación de cómo las nanopartículas aumentan la eficiencia de las DSSC. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El aprovechamiento de la energía solar podría cambiar la fortuna económica de los países con buen suministro de sol y tierras sin utilizar. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un sistema conjugado presenta ciertas semejanzas con la cuerda de un violín. ¿Cuál es la utilidad de esta metáfora? ¿Cuáles son las razones subyacentes de estas semejanzas? ¿Cuál es el papel que desempeñan los modelos y metáforas en la adquisición del conocimiento? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa:</p> <p>Tema 3.2: Patrones en la energía de ionización Tema 9.1: Reacciones redox Biología, tema 2.9: Fotosíntesis</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Los alumnos podrían construir una célula solar sensibilizada por colorante económica e investigar sus propiedades fotovoltaicas. Objetivo 7: Las propiedades de las DSSC se pueden investigar mejor usando registradores de datos.

C.8 Células fotovoltaicas y células solares sensibilizadas por colorante (DSSC)	
	<ul style="list-style-type: none">• Discusión de las ventajas de la DSSC comparada con la célula fotovoltaica basada en el silicio. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• La conductividad relativa de los metales y los semiconductores se debe relacionar con sus energías de ionización.• Solo se requiere un tratamiento simple del funcionamiento de las células. En los semiconductores de tipo p, se crean huecos de electrones en el cristal introduciendo un porcentaje pequeño de un elemento del grupo 3. En los semiconductores del tipo n, se incluye un elemento del grupo 5 que proporciona electrones extra.• En una célula fotovoltaica la absorción de luz y la separación de las cargas se producen en el semiconductor de silicio. En la célula solar sensibilizada por colorante, los procesos de absorción y separación de carga están separados.• Se deben tratar las reacciones redox específicas y las reacciones en los electrodos de la nueva DSSC de Grätzel. Un ejemplo es la reducción de los iones I_2/I_3^- a I^-.

Temas troncales

Idea fundamental: Las medicinas y drogas tienen varios efectos sobre el funcionamiento del organismo.

D.1 Acción de los productos farmacéuticos y las drogas	
Naturaleza de la ciencia:	
Riesgos y beneficios: las medicinas y drogas son sometidos a ensayos variados para determinar su efectividad y seguridad antes de estar disponibles comercialmente. Los productos farmacéuticos se clasifican de acuerdo con su uso y potencial abuso. (4.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> En estudios animales, el índice terapéutico es la dosis de esa droga que resulta letal para el 50% de la población (DL50) dividida por la dosis mínima efectiva para el 50% de la población (DE50). En humanos, el índice terapéutico es la dosis de una droga que resulta tóxica para el 50% de la población (DT50) dividida por la dosis mínima efectiva para el 50% de la población (DE50). El margen terapéutico es el rango de dosis comprendido entre la cantidad mínima de la droga que produce el efecto deseado y un efecto adverso médicamente inaceptable. Dosis, tolerancia, adicción y efectos secundarios son los aspectos a considerar en la administración de drogas. La biodisponibilidad es la fracción de la dosis administrada que alcanza su objetivo en la parte deseada del organismo. Las etapas principales del desarrollo de drogas sintéticas son: identificación de la necesidad y estructura, síntesis, producción y extracción. Las interacciones entre droga y receptor se basan en la estructura de la droga y el sitio de actividad. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Discusión sobre las bases experimentales del índice terapéutico y el margen terapéutico para estudios en animales y humanos. Discusión sobre los métodos de administración de drogas. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> En algunos países ciertas drogas solo están disponibles con receta, mientras que en otros países estas mismas drogas son de venta libre. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> La misma droga se puede identificar con diferentes nombres. ¿Son los nombres sencillamente una forma de identificar o influyen sobre otras formas de conocimiento? En los ensayos con drogas se realizan ensayos en blanco. ¿Cuándo es éticamente aceptable engañar a la gente? Todas las drogas acarrearán riesgos además de beneficios. ¿Quién debería ser el responsable último de evaluar este hecho? Los cuerpos públicos pueden proteger al individuo, pero también limitar su libertad. ¿Cómo sabemos qué es lo mejor para la sociedad y el individuo? <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 9: Se han producido avances en el desarrollo de productos farmacéuticos pero existen muchas limitaciones sobre su impacto y alcance. Objetivo 10: El desarrollo de nuevas medicinas se realiza frecuentemente con la colaboración de biólogos y físicos.

<p>D.1 Acción de los productos farmacéuticos y las drogas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación del efecto de los grupos funcionales, la polaridad y la forma de administración de medicamentos sobre su biodisponibilidad. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por razones éticas y económicas, los ensayos de drogas en animales y humanos (para DL_{50}/DE_{50} y DT_{50}/DE_{50} respectivamente) se deben minimizar.
--	--

Idea fundamental: Los productos naturales con propiedades medicinales útiles se pueden alterar químicamente para producir medicinas más seguras y potentes.

D.2 Aspirina y penicilina	
Naturaleza de la ciencia: La casualidad y el descubrimiento científico: descubrimiento de la penicilina por Sir Alexander Fleming. (1.4) Realización de observaciones y repetición de datos: muchas drogas necesitan ser aisladas, identificadas y modificadas a partir de fuentes naturales. Por ejemplo, el ácido salicílico de la corteza del sauce para aliviar el dolor y la fiebre. (1.8)	
<p>Comprensión:</p> <p>Aspirina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los analgésicos suaves funcionan interceptando el estímulo del dolor en la fuente, con frecuencia interfiriendo con la producción de las sustancias que causan el dolor, inflamación o fiebre. • La aspirina se prepara a partir de ácido salicílico. • La aspirina se puede usar como anticoagulante, para evitar el infarto cardíaco, derrames cerebrales y como profiláctico. <p>Penicilina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las penicilinas son antibióticos producidos por hongos. • Parte del núcleo de la estructura de las penicilinas es un anillo beta lactámico. • Algunos antibióticos actúan impidiendo la unión cruzada de la pared celular bacteriana. • La modificación de la cadena lateral origina penicilinas más resistentes a la enzima penicilinasasa. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La aspirina se usa de muchas formas diferentes en todo el mundo. • El primer antibacteriano cambió la forma de tratamiento de las enfermedades en todo el mundo. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los diferentes calmantes actúan de distinta forma. ¿Cómo percibimos el dolor y cómo nuestras percepciones están influidas por otras formas de conocimiento? • “La suerte favorece solo a las mentes preparadas” (Louis Pasteur). El descubrimiento de Fleming de la penicilina se describe con frecuencia como obra de la casualidad, pero la importancia de sus observaciones pudo haberse perdido en manos no expertas. ¿Qué importancia tiene la mentalidad abierta en nuestras percepciones? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.3: Rendimiento de reacción Tema 10.2: Grupos funcionales Biología, tema 6.3: Defensa contra enfermedades infecciosas</p>

D.2 Aspirina y penicilina	
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <p>Aspirina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción del uso del ácido salicílico y sus derivados como analgésicos suaves. • Explicación de la síntesis de aspirina a partir de ácido salicílico, incluyendo la obtención, purificación por recristalización y caracterización usando IR y punto de fusión. • Discusión de los efectos potenciadores de la aspirina con alcohol. • Discusión de la modificación de la aspirina para obtener su sal y así aumentar su solubilidad en agua y cómo esto facilita su biodisponibilidad. <p>Penicilina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión de los efectos derivados de la modificación química de la cadena lateral de las penicilinas. • Discusión de la importancia de la obediencia del paciente y los efectos de la prescripción abusiva de penicilina. • Explicación de la importancia del anillo beta lactámico en la acción de la penicilina. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos deben reconocer la capacidad de formar sales iónicas de los grupos ácidos (carboxilo) y básicos (amino), por ejemplo, la aspirina soluble. • En la sección 37 del cuadernillo de datos se dan las estructuras de la aspirina y la penicilina. 	<p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 6: Los experimentos podrían incluir la síntesis de la aspirina. • Objetivo 8: Discutir el uso/abuso de antibióticos para animales.

Idea fundamental: Las drogas medicinales potentes preparadas por modificación química de productos naturales pueden ser adictivas y transformarse en sustancias de abuso.

<p>D.3 Opiáceos</p> <p>Naturaleza de la ciencia: Los datos y sus posteriores relaciones: el opio y sus muchos derivados se han usado como calmantes de diversas formas durante miles de años. Uno de estos derivados es la diamorfina. (3.1)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La capacidad de una droga de cruzar la barrera sangre-cerebro depende de su estructura química y solubilidad en agua y lípidos. • Los opiáceos son analgésicos narcóticos naturales derivados de la amapola del opio. • La morfina y la codeína se usan como analgésicos fuertes. Los analgésicos fuertes actúan uniéndose temporalmente a los sitios receptores del dolor en el cerebro, impidiendo la transmisión de los impulsos del dolor sin deprimir el sistema nervioso central. • El uso médico y las propiedades adictivas de los compuestos opiáceos se relacionan con la presencia de receptores opioides en el cerebro. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la síntesis de la codeína y la diamorfina a partir de la morfina. • Descripción y explicación del uso de analgésicos fuertes. • Comparación de las estructuras de la morfina, la codeína y la diamorfina (heroína). • Discusión de las ventajas y desventajas del uso de morfina y sus derivados como analgésicos fuertes. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muchas drogas ilegales se cultivan o producen en un pequeño número de países y luego se venden y distribuyen globalmente. Los puntos de vista cultural y económico sobre la producción y venta de opiáceos en todo el mundo difieren. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con frecuencia existe un choque de culturas respecto de diferentes perspectivas e ideas. ¿Existe algún conocimiento que sea independiente de la cultura? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 10.2: Grupos funcionales</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 7: Uso de animaciones informáticas para la investigación de visualizaciones 3D de drogas y sitios receptores.

D.3 Opiáceos	<ul style="list-style-type: none">• Discusión de los efectos secundarios de los compuestos opiáceos.• Explicación del aumento de la potencia de la diamorfina en comparación con la morfina basándose en su estructura química y solubilidad. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• En la sección 37 del cuadernillo de datos se encuentran las estructuras de la morfina, la codeína y la diamorfina.
---------------------	--

Idea fundamental: El exceso de acidez estomacal es un problema frecuente y se puede aliviar por medio de compuestos que aumenten el pH del estómago neutralizando o reduciendo su secreción.

D.4 Regulación del pH del estómago	
Naturaleza de la ciencia:	Recolección de datos por muestreo y ensayos: uno de los síntomas de la dispepsia es la sobreproducción de ácido en el estómago. El tratamiento médico de esta afección con frecuencia incluye la prescripción de antiácidos que instantáneamente neutralizan el ácido del estómago, o bien antagonistas de H ₂ -receptores o inhibidores de bomba de proton que impiden la producción del ácido estomacal. (2.8)
Comprensión:	<ul style="list-style-type: none"> Las reacciones no específicas, como el uso de antiácidos, son las que reducen el exceso de acidez estomacal. Los metabolitos activos son las formas activas de una droga después de haber sido procesada por el organismo.
Aplicaciones y habilidades:	<ul style="list-style-type: none"> Explicación del uso de diferentes bases para reducir el exceso de acidez estomacal. Construcción de ecuaciones ajustadas para las reacciones de neutralización y aplicación estequiométrica de estas ecuaciones. Resolución de problemas de tampones usando la ecuación de Henderson-Hasselbalch. Explicación del uso de compuestos como la ranitidina (Zantac) para inhibir la producción de ácido del estómago. Explicación del uso de compuestos como el omeprazol (Prilosec) y el esomeprazol (Nexium) para suprimir la secreción de ácido en el estómago.
Mentalidad internacional:	<ul style="list-style-type: none"> Las diferentes culturas (es decir, dietas, estilos de vida, etc.) y la genética pueden afectar la necesidad de regulación del pH del estómago.
Teoría del Conocimiento:	<ul style="list-style-type: none"> En ocasiones, utilizamos diferentes enfoques para resolver el mismo problema. ¿Cómo decidimos entre evidencias conflictivas y enfoques?
Utilización:	Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 1.3: Cálculos que impliquen soluciones Temas 8.2 y 8.4: Neutralización Tema 10.2: Grupos funcionales Tema 20.3: Enantiómeros Opción B.7: Tampones aminoácidos Biología, opción D.1: Digestión
Objetivos generales:	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo 6: Los experimentos pueden incluir titulaciones para comprobar la efectividad de diferentes antiácidos.

<p>D.4 Regulación del pH del estómago</p>	<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Se deben incluir compuestos antiácidos como hidróxido de calcio, hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio.• En la sección 37 del cuadernillo de datos se proporcionan las estructuras de la ranitidina y el omeprazol.
---	---

Idea fundamental: Para algunas infecciones víricas, recientemente han sido desarrollados medicamentos antivirales, mientras que para otras aún se están investigando.

D.5 Medicamentos antivirales	
Naturaleza de la ciencia:	
Colaboración científica: nuestra comprensión de cómo los virus invaden nuestros sistemas se ha perfeccionado gracias a las recientes investigaciones de la comunidad científica. (4.1)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los virus carecen de una estructura celular y por ello atacarlos con drogas resulta más difícil que en el caso de las bacterias. • Las drogas antivirales pueden trabajar alterando el material genético de la célula para que el virus no se pueda multiplicar. Alternativamente, pueden evitar que los virus se multipliquen bloqueando la actividad enzimática dentro de la célula huésped. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicación de las diferentes formas de acción de los medicamentos antivirales. • Descripción de las diferencias entre virus y bacterias. • Explicación de la acción del oseltamivir (Tamiflu) y el zanamivir (Relenza) como agente preventivo contra los virus de la gripe. • Comparación de las estructuras del oseltamivir y el zanamivir. • Discusión de las dificultades asociadas con la solución del problema del SIDA. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la sección 37 del cuadernillo de datos se proporcionan las estructuras del oseltamivir y el zanamivir. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo ha cambiado la epidemia del SIDA desde su descubrimiento a principios de los 80? ¿Qué se necesita para detener la propagación de la enfermedad? ¿Cuál es el impacto global de esta enfermedad? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Opciones B.2 y B.7: Proteínas y enzimas Biología, tema 11.1: Vacunación</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo 8: El control y tratamiento del VIH es agravado por el elevado precio de los agentes anti-retrovirales y los aspectos socioculturales.

Idea fundamental: La síntesis, aislamiento y administración de medicamentos pueden tener un efecto sobre el ambiente.

D.6 Impacto ambiental de algunos medicamentos	
<p>Naturaleza de la ciencia:</p> <p>Implicaciones éticas y riesgos y problemas: la comunidad científica debe considerar tanto los efectos secundarios de las medicinas en el paciente, como los efectos secundarios del desarrollo, producción y uso de los medicamentos sobre el ambiente (es decir, eliminación de residuos nucleares, disolventes y residuos de antibióticos). (4.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Residuos de alto nivel (HLW) son aquellos que liberan gran cantidad de radiación ionizante durante mucho tiempo. Residuos de bajo nivel (LLW) son aquellos que liberan pequeñas cantidades de radiación ionizante durante poco tiempo. La resistencia a los antibióticos se produce cuando los microorganismos se vuelven resistentes a los antibacterianos. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descripción del impacto ambiental de la eliminación de los residuos de medicina nuclear. Discusión de los aspectos ambientales relacionados con los disolventes sobrantes. Explicación de los peligros de los residuos de antibióticos, de la eliminación inapropiada de drogas y los residuos animales, y del desarrollo de resistencia a los antibióticos. Discusión de los conceptos básicos de los procesos de la química ecológica (química sostenible). Explicación de cómo la química ecológica se usó para desarrollar el precursor para el Tamiflu (oseltamivir). 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Considerar cómo las compañías farmacéuticas determinan la forma de invertir fondos para la investigación y el desarrollo de nuevos medicamentos. ¿Tienen las compañías farmacéuticas la responsabilidad de investigar enfermedades raras que no les proporcionarán beneficios económicos significativos? La producción de una droga implica varias reacciones orgánicas diferentes. ¿Cuál es la ética que gobierna el diseño (síntesis) de drogas? ¿Varían las normas y prácticas por país y región? <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo equilibramos los problemas éticos que parecen estar en desacuerdo entre sí cuando tratamos de formular una solución al problema? <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 8: ¿Cómo eliminamos con seguridad residuos de medicina nuclear? Objetivo 8: El Tejo del Pacífico, fuente de la droga Taxol que se usa en quimioterapia, se enfrenta a la extinción. Objetivo 8: La eliminación de los disolventes es un problema ambiental creciente.

D.6 Impacto ambiental de algunos medicamentos	
Orientación: <ul style="list-style-type: none">• En la sección 37 del cuadernillo de datos se proporciona la estructura del oseltamivir.	

Temas adicionales del Nivel Superior

Idea fundamental: Los auxiliares quirales permiten la obtención de enantiómeros individuales de moléculas quirales.

D.7 Taxol: un estudio de caso de auxiliar quiral	
<p>Naturaleza de la ciencia: Avances tecnológicos: muchas de estas sustancias naturales se pueden obtener ahora en los laboratorios en cantidad suficiente como para satisfacer la demanda. (3.7) Riesgos y problemas: la demanda de ciertas drogas excede las reservas de sustancias naturales necesarias para sintetizar estas drogas. (4.8)</p>	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> El Taxol es una droga que se usa para el tratamiento de varios tipos de cáncer. El Taxol se encuentra de forma natural en el árbol del tejo, pero ahora se produce normalmente de forma sintética. Un auxiliar quiral es una sustancia ópticamente activa que se incorpora de forma transitoria durante la síntesis orgánica para que se pueda llevar a cabo de manera asimétrica con la formación selectiva de un solo enantiómero. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> La disponibilidad y distribución de ciertas drogas y medicinas en el planeta es desigual. <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 20.2: Rutas de síntesis Tema 20.3: Estereoisomería</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 8: Considerar las implicaciones éticas del uso de drogas sintéticas en lugar de las obtenidas de fuentes naturales.
<p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicación de la obtención del Taxol (paclitaxel) y su uso como agente quimioterapéutico. Descripción del uso de auxiliares quirales para formar el enantiómero deseado. Explicación del uso del polarímetro para identificar enantiómeros. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 37 del cuadernillo de datos se proporciona la estructura del Taxol. 	

Idea fundamental: La radiación nuclear, a pesar de ser peligrosa debido a su capacidad de dañar las células y causar mutaciones, también se puede usar para el diagnóstico y la cura de enfermedades.

D.8 Medicina nuclear	
Naturaleza de la ciencia:	
Riesgos y beneficios: es importante tratar y hacer un balance del riesgo de la exposición a la radiación con los beneficios de la técnica a considerar. (4.8)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas las emisiones alfa, beta, gama, de protones, neutrones y positrones se usan para tratamiento médico. • La obtención de imágenes de resonancia magnéticas (IRM) es una aplicación de la tecnología de la RMN. • La radioterapia puede ser interna y/o externa. • La terapia dirigida alfa (TAT) y la terapia por captura neutrónica de boro (BNCT) son dos métodos que se usan en el tratamiento del cáncer. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión de los efectos secundarios frecuentes de la radioterapia. • Explicación de por qué el tecnecio-99m es el radioisótopo más común usado en medicina nuclear, basándose en su período de semirreacción, tipo de emisión y química. • Explicación de por qué el lutecio-177 y el itrio-90 son isótopos que se usan habitualmente en radioterapia basándose en el tipo de radiación emitida. • Ajuste de ecuaciones nucleares con partículas alfa y beta. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso de la tecnología nuclear en tratamientos médicos no es uniforme en todo el mundo. Algunos de los factores que pueden influir en su uso son la cultura, el precio, la disponibilidad y las creencias. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con frecuencia no se hace referencia al término “nuclear” cuando se habla de la IRM. ¿Son los nombres simples etiquetas o influyen sobre otras formas de conocimiento? ¿Cómo influye la percepción popular sobre el progreso y la implementación científica? <p>Utilización:</p> <p>Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Temas 11.3 y 21.1: RMN Opciones C.3 y C.7: Reacciones nucleares y período de semirreacción Física, opción C.4: Imágenes médicas</p>

D.8 Medicina nuclear	
<ul style="list-style-type: none">• Cálculo del porcentaje y la cantidad de material radiactivo desintegrado y remanente después de un cierto período de tiempo usando la ecuación del período de semidesintegración nuclear.• Explicación de la TAT y de cómo se podría usar para tratar enfermedades que se han extendido por el organismo. <p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los efectos secundarios discutidos deben incluir la pérdida de cabello, náuseas, fatiga y esterilidad. La discusión debe incluir el daño al ADN y el crecimiento o regeneración del tejido.• Los isótopos usados en medicina nuclear incluyen: Tc-99m, Lu-177, Y-90, I-131 y Pb-212.	

Idea fundamental: Para la detección, identificación, aislamiento y análisis de drogas y medicinas se usan varias técnicas analíticas.

D.9 Detección y análisis de drogas	
Naturaleza de la ciencia: Avances en la instrumentación: los avances tecnológicos (IR, EM y RMN) han ayudado a la detección, aislamiento y purificación de drogas. (3.7)	
<p>Comprensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las estructuras orgánicas se pueden analizar e identificar usando espectroscopia infrarroja, espectroscopia de masas y RMN protónica. La presencia de alcohol en una muestra de aliento se puede detectar por medio de una reacción rédox o con una pila de combustible del alcoholímetro. <p>Aplicaciones y habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretación de una variedad de espectros analíticos para determinar una estructura orgánica, incluyendo espectroscopia infrarroja, espectroscopia de masas y RMN protónica. Descripción de los procesos de extracción y purificación de un producto orgánico. Consideración del uso de la destilación fraccionada, ley de Raoult, las propiedades en las que se basan las extracciones y explicación de las relaciones existentes entre estructura orgánica y solubilidad. Descripción del proceso de detección de esteroides en el deporte utilizando cromatografía y espectroscopia de masas. Explicación de la detección de alcohol con el alcoholímetro. 	<p>Mentalidad internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> El abuso de drogas en el deporte es un problema internacional. <p>Teoría del Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los desarrollos tecnológicos han aumentado las oportunidades de detectar el uso de sustancias ilegales en los seres humanos. ¿De qué forma afectan los cambios tecnológicos a nuestras decisiones éticas? <p>Utilización: Vínculos con el resto del programa de estudios y con otras asignaturas del programa: Tema 10.2: Grupos funcionales</p> <p>Objetivos generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo 4: Se pueden usar técnicas espectroscópicas variadas para identificar moléculas sintetizadas recientemente. Objetivo 7: Se podrían usar bases de datos espectroscópicos informáticas para confirmar la identidad de moléculas sintetizadas recientemente. Objetivo 8: Los desarrollos tecnológicos han aumentado las oportunidades de detectar el uso de sustancias ilegales en los seres humanos. ¿De qué forma afectan los cambios tecnológicos a nuestras decisiones éticas?

D.9 Detección y análisis de drogas	<p>Orientación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los alumnos deben ser capaces de identificar grupos funcionales orgánicos comunes en un compuesto dado reconociendo las estructuras de drogas habituales y a partir de los datos de los espectros IR (sección 26 del cuadernillo de datos), RMN de ^1H (sección 27 del cuadernillo de datos) y masas de fragmentos espectrales (sección 28 del cuadernillo de datos).• En la sección 34 del cuadernillo de datos se proporciona la estructura de un esteroide común.
---	--

La evaluación en el Programa del Diploma

Información general

La evaluación es una parte fundamental de la enseñanza y el aprendizaje. Los objetivos más importantes de la evaluación en el Programa del Diploma son los de apoyar los objetivos del currículo y fomentar un aprendizaje adecuado por parte de los alumnos. En el Programa del Diploma, la evaluación es tanto interna como externa. Los trabajos preparados para la evaluación externa son corregidos por examinadores del IB, mientras que los trabajos presentados para la evaluación interna son corregidos por los profesores y moderados externamente por el IB.

El IB reconoce dos tipos de evaluación:

- La evaluación formativa orienta la enseñanza y el aprendizaje. Proporciona a los alumnos y profesores información útil y precisa sobre el tipo de aprendizaje que se está produciendo y sobre los puntos fuertes y débiles de los alumnos, lo que permite ayudarles a desarrollar su comprensión y aptitudes. La evaluación formativa también ayuda a mejorar la calidad de la enseñanza, pues proporciona información que permite hacer un seguimiento de la medida en que se alcanzan los objetivos generales y los objetivos de evaluación del curso.
- La evaluación sumativa ofrece una impresión general del aprendizaje que se ha producido hasta un momento dado y se emplea para determinar los logros de los alumnos.

En el Programa del Diploma se utiliza principalmente una evaluación sumativa concebida para identificar los logros de los alumnos al final del curso o hacia el final del mismo. Sin embargo, muchos de los instrumentos de evaluación se pueden utilizar también con propósitos formativos durante la enseñanza y el aprendizaje, y se anima a los profesores a que los utilicen de este modo. Un plan de evaluación exhaustivo debe ser una parte fundamental de la enseñanza, el aprendizaje y la organización del curso. Para obtener más información, consulte el documento del IB *Normas para la implementación de los programas y aplicaciones concretas* (2010).

La evaluación en el IB se basa en criterios establecidos; es decir, se evalúa el trabajo de los alumnos en relación con niveles de logro determinados y no en relación con el trabajo de otros alumnos. Para obtener más información sobre la evaluación en el Programa del Diploma, consulte la publicación titulada *Principios y práctica del sistema de evaluación del Programa del Diploma* (2009).

Para ayudar a los profesores en la planificación, implementación y evaluación de los cursos del Programa del Diploma, hay una variedad de recursos que se pueden consultar en el CPEL o adquirir en la tienda virtual del IB (<http://store.ibo.org>). En el CPEL pueden encontrarse también publicaciones tales como exámenes de muestra y esquemas de calificación, materiales de ayuda al profesor, informes de la asignatura, y descriptores de las calificaciones finales. En la tienda virtual del IB se pueden adquirir exámenes de convocatorias pasadas y esquemas de calificación.

Métodos de evaluación

El IB emplea diversos métodos para evaluar el trabajo de los alumnos.

Criterios de evaluación

Cuando la tarea de evaluación es abierta (es decir, se plantea de tal manera que fomenta una variedad de respuestas), se utilizan criterios de evaluación. Cada criterio se concentra en una habilidad específica que se espera que demuestren los alumnos. Los objetivos de evaluación describen lo que los alumnos deben ser capaces de hacer y los criterios de evaluación describen qué nivel deben demostrar al hacerlo. Los criterios de evaluación permiten evaluar del mismo modo respuestas muy diferentes. Cada criterio está compuesto por una serie de descriptores de nivel ordenados jerárquicamente. Cada descriptor de nivel equivale a uno o varios puntos. Se aplica cada criterio de evaluación por separado, y se localiza el descriptor que refleja más adecuadamente el nivel conseguido por el alumno. Distintos criterios de evaluación pueden tener puntuaciones máximas diferentes en función de su importancia. Los puntos obtenidos en cada criterio se suman, para obtener la puntuación total del trabajo en cuestión.

Bandas de calificación

Las bandas de calificación describen de forma integradora el desempeño esperado y se utilizan para evaluar las respuestas de los alumnos. Constituyen un único criterio holístico, dividido en descriptores de nivel. A cada descriptor de nivel le corresponde un rango de puntos, lo que permite diferenciar el desempeño de los alumnos. Del rango de puntos de cada descriptor de nivel, se elige la puntuación que mejor corresponda al nivel logrado por el alumno.

Esquemas de calificación analíticos

Estos esquemas se preparan para aquellas preguntas de examen que se espera que los alumnos contesten con un tipo concreto de respuesta o una respuesta final determinada. Indican a los examinadores cómo desglosar la puntuación total disponible para cada pregunta con respecto a las diferentes partes de esta.

Notas para la corrección

Para algunos componentes de evaluación que se corrigen usando criterios de evaluación se proporcionan notas para la corrección. En ellas se asesora a los correctores sobre cómo aplicar los criterios de evaluación a los requisitos específicos de la pregunta en cuestión.

Adecuaciones inclusivas de evaluación

Existen adecuaciones inclusivas de evaluación disponibles para los alumnos con necesidades específicas de acceso a la evaluación. Estas adecuaciones permiten que los alumnos con todo tipo de necesidades accedan a los exámenes y demuestren su conocimiento y comprensión de los elementos que se están evaluando.

El documento del IB titulado *Alumnos con necesidades específicas de acceso a la evaluación* contiene especificaciones sobre las adecuaciones inclusivas de evaluación que están disponibles para los alumnos con necesidades de apoyo para el aprendizaje. El documento *La diversidad en el aprendizaje y las necesidades educativas especiales en los programas del Bachillerato Internacional* describe la postura del IB con respecto a los alumnos con diversas necesidades de aprendizaje que cursan los programas del IB. Para los alumnos afectados por circunstancias adversas, los documentos *Reglamento general del Programa del Diploma* (2011) y el *Manual de procedimientos del Programa del Diploma* incluyen información detallada sobre los casos de consideración de acceso a la evaluación.

Responsabilidades del colegio

Cada colegio debe garantizar que los alumnos con necesidades de apoyo para el aprendizaje cuenten con un acceso equitativo y los ajustes razonables correspondientes según los documentos del IB titulados *Alumnos con necesidades específicas de acceso a la evaluación* y *La diversidad en el aprendizaje y las necesidades educativas especiales en los programas del Bachillerato Internacional*.

Resumen de la evaluación: NM

Primera evaluación: 2016

Componente	Porcentaje con respecto al total de la evaluación	Porcentaje aproximado con respecto a los objetivos de evaluación		Duración (horas)
		1+2	3	
Prueba 1	20	10	10	$\frac{3}{4}$
Prueba 2	40	20	20	$1\frac{1}{4}$
Prueba 3	20	10	10	1
Evaluación interna	20	Cubre los objetivos de evaluación 1, 2, 3 y 4		10

Resumen de la evaluación: NS

Primera evaluación: 2016

Componente	Porcentaje con respecto al total de la evaluación (%)	Porcentaje aproximado con respecto a los objetivos de evaluación		Duración (horas)
		1+2	3	
Prueba 1	20	10	10	1
Prueba 2	36	18	18	2¼
Prueba 3	24	12	12	1¼
Evaluación interna	20	Cubre los objetivos de evaluación 1, 2, 3 y 4		10

Evaluación externa

Para evaluar a los alumnos se emplean esquemas de calificación detallados, específicos para cada prueba de examen.

Descripción detallada de la evaluación externa: NM

Prueba 1

Duración: ¾ hora

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 20%

Puntos: 30

- 30 preguntas de opción múltiple sobre los temas troncales, aproximadamente 15 de ellas son comunes con el NS.
- Las preguntas de la prueba 1 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.
- No se permite el uso de calculadoras.
- Se proporcionará a los alumnos una tabla periódica.
- No se descuentan puntos por respuestas incorrectas.

Prueba 2

Duración: 1 ¼ horas

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 40%

Puntos: 50

- Combinación de preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre los temas troncales.
- Las preguntas de la prueba 2 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.
- Se permite el uso de calculadoras. (Véase la sección **Calculadoras** del CPEL).
- El colegio proporcionará el cuadernillo de datos de Química.

Prueba 3

Duración: 1 hora

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 20%

Puntos: 35

- Esta prueba tendrá preguntas sobre los temas troncales y sobre el material opcional de NM.
- Sección A: una pregunta basada en datos y varias preguntas de respuesta corta sobre trabajos experimentales.
- Sección B: combinación de preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre una opción.
- Las preguntas de la prueba 3 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.
- Se permite el uso de calculadoras. (Véase la sección **Calculadoras** del CPEL).
- El colegio proporcionará el cuadernillo de datos de Química.

Descripción detallada de la evaluación externa: NS

Prueba 1

Duración: 1 hora

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 20%

Puntos: 40

- 40 preguntas de opción múltiple sobre los temas troncales y los TANS, aproximadamente 15 de ellas son comunes con el NM.
- Las preguntas de la prueba 1 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.
- No se permite el uso de calculadoras.
- Se proporcionará a los alumnos una tabla periódica.
- No se descuentan puntos por respuestas incorrectas.

Prueba 2

Duración: 2 ¼ horas

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 36%

Puntos: 95

- Combinación de preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre los temas troncales y los TANS.
- Las preguntas de la prueba 2 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.
- Se permite el uso de calculadoras. (Véase la sección **Calculadoras** del CPEL).
- El colegio proporcionará el cuadernillo de datos de Química.

Prueba 3

Duración: 1 ¼ horas

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 24%

Puntos: 45

- Esta prueba tendrá preguntas sobre los temas troncales, los TANS y el material opcional.
- Sección A: una pregunta basada en datos y varias preguntas de respuesta corta sobre trabajos experimentales.
- Sección B: combinación de preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre una opción.
- Las preguntas de la prueba 3 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.
- Se permite el uso de calculadoras. (Véase la sección **Calculadoras** del CPEL).
- El colegio proporcionará el cuadernillo de datos de Química.

Evaluación interna

Propósito de la evaluación interna

La evaluación interna es una parte fundamental del curso y es obligatoria tanto en el NM como en el NS. Permite a los alumnos demostrar la aplicación de sus habilidades y conocimientos y dedicarse a aquellas áreas que despierten su interés sin las restricciones de tiempo y de otro tipo asociadas a los exámenes escritos. La evaluación interna debe, en la medida de lo posible, integrarse en la enseñanza normal de clase, y no ser una actividad aparte que tiene lugar una vez que se han impartido todos los contenidos del curso.

Los requisitos de evaluación interna son los mismos para el NM y el NS. Esta sección acerca de la evaluación interna se debe leer junto con la sección sobre la evaluación interna de los materiales de ayuda al profesor.

Orientación y autoría original

Los trabajos presentados para la evaluación interna deben ser trabajo original del alumno. Sin embargo, no se pretende que los alumnos decidan el título o el tema y que se les deje trabajar en el componente de evaluación interna sin ningún tipo de ayuda por parte del profesor. El profesor debe desempeñar un papel importante en las etapas de planificación y elaboración del trabajo de evaluación interna. Es responsabilidad del profesor asegurarse de que los alumnos estén familiarizados con:

- Los requisitos del tipo de trabajo que se va a evaluar internamente.
- La política del IB sobre la experimentación con animales.
- Los criterios de evaluación: los alumnos deben entender que el trabajo que presenten para evaluación ha de abordar estos criterios eficazmente.

Los profesores y los alumnos deben discutir el trabajo evaluado internamente. Se debe animar a los alumnos a dirigirse al profesor en busca de consejos e información, y no se les debe penalizar por solicitar orientación. Como parte del proceso de aprendizaje, los profesores deben leer un borrador del trabajo y asesorar a los alumnos al respecto. El profesor debe aconsejar al alumno de manera oral o escrita sobre cómo mejorar su trabajo, pero no debe modificar el borrador. La siguiente versión que llegue a manos del profesor debe ser la versión definitiva lista para entregar.

Los profesores tienen la responsabilidad de asegurarse de que todos los alumnos entiendan el significado y la importancia de los conceptos relacionados con la probidad académica, especialmente los de autoría original y propiedad intelectual. Los profesores deben verificar que todos los trabajos que los alumnos entreguen para evaluación hayan sido preparados conforme a los requisitos, y deben explicar claramente a los alumnos que el trabajo que se evalúe internamente debe ser original en su totalidad. Cuando se permita la colaboración entre alumnos, a estos debe quedarles clara la diferencia entre colaboración y colusión.

Los profesores deben verificar la autoría original de todo trabajo que se envíe al IB para su moderación o evaluación, y no deben enviar ningún trabajo que sepan que constituye (o sospechen que constituye) un caso de infracción académica. Cada alumno debe confirmar que el trabajo que presenta para la evaluación es original y que es la versión final. Una vez que el alumno ha entregado oficialmente la versión final de su trabajo, no puede pedir que se lo devuelvan para modificarlo. El requisito de confirmar la originalidad del trabajo se aplica al trabajo de todos los alumnos, no solo de aquellos que formen parte de la muestra que se

enviará al IB para moderación. Para obtener más información, sírvase consultar los siguientes documentos del IB: *Probidad académica* (2011), *El Programa del Diploma: de los principios a la práctica* (2009) y el *Reglamento general del Programa del Diploma* (2011).

La autoría de los trabajos se puede comprobar debatiendo su contenido con el alumno y analizando con detalle uno o más de los siguientes aspectos:

- La propuesta inicial del alumno
- El borrador del trabajo escrito
- Las referencias bibliográficas citadas
- El estilo de redacción, comparado con trabajos que se sabe que ha realizado el alumno
- El análisis del trabajo con un servicio en línea de detección de plagio como, por ejemplo, www.turnitin.com

No se permite presentar un mismo trabajo para la evaluación interna y la Monografía.

Trabajo en grupo

Cada investigación es un trabajo individual basado en diferentes datos recabados o mediciones generadas. Lo ideal es que los alumnos trabajen en la obtención de datos de manera individual. En algunos casos, los datos recabados o las mediciones realizadas pueden proceder de un experimento en grupo, siempre que cada alumno haya recabado sus propios datos o realizado sus propias mediciones. En Química, en algunos casos, los datos o las mediciones en grupo se pueden combinar para que haya suficiente cantidad como para realizar un análisis individual. Incluso en este caso, cada alumno debe haber recabado y registrado sus propios datos y deben indicar claramente qué datos son los suyos.

Debe dejarse claro a los alumnos que todo trabajo relacionado con la investigación debe ser de su autoría original. Por tanto, es conveniente que los profesores les ayuden a desarrollar el sentido de responsabilidad sobre el propio aprendizaje para que se sientan orgullosos de su trabajo.

Distribución del tiempo

La evaluación interna es una parte fundamental del curso de Química y representa un 20% de la evaluación final en el NM y el NS. Este porcentaje debe verse reflejado en el tiempo que se dedica a enseñar los conocimientos y las habilidades necesarios para llevar a cabo el trabajo de evaluación interna, así como en el tiempo total dedicado a realizar el trabajo.

Se recomienda asignar un total de aproximadamente 10 horas lectivas tanto en NM como en NS para el trabajo de evaluación interna. En estas horas se deberá incluir:

- El tiempo que necesita el profesor para explicar a los alumnos los requisitos de la evaluación interna
- Tiempo de clase para que los alumnos trabajen en el componente de evaluación interna y planteen preguntas
- El tiempo para consultas entre el profesor y cada alumno
- Tiempo para revisar el trabajo y evaluar cómo progresa, y para comprobar que es original

Requisitos y recomendaciones de seguridad

Aunque los profesores deberán ajustarse a las directrices nacionales o locales (las cuales pueden diferir entre los distintos países), se deberá prestar atención a las siguientes directrices, que han sido desarrolladas por The Laboratory Safety Institute (LSI) para la comisión de seguridad de ICASE (International Council of Associations for Science Education, Consejo Internacional de Asociaciones de Educación Científica).

Es responsabilidad de todas y cada una de las personas involucradas en estas actividades el hacer de este compromiso con la seguridad y la salud algo permanente. Las recomendaciones que se hagan a este respecto deberán reconocer la necesidad de respetar el contexto local, las diferentes tradiciones educativas y culturales, las limitaciones económicas y los sistemas legales de los distintos países.

The Laboratory Safety Institute

Guía de seguridad para laboratorios

40 sugerencias para un laboratorio más seguro

Pasos que requieren gastos mínimos

1. Tenga una declaración por escrito de su política de aspectos de medio ambiente, salud y seguridad (MASS).
2. Organice un comité departamental de MASS de empleados, gerentes, maestros, administrativos y estudiantes, que se reunirán regularmente para discutir los asuntos de MASS.
3. Desarrolle un programa de inducción en MASS para los todos los empleados y/o estudiantes de nuevo ingreso.
4. Motive a los empleados y/o estudiantes a preocuparse por su salud y seguridad, así como la de otros.
5. Involucre a cada empleado y/o estudiante en algún aspecto del programa de seguridad y dele a cada uno responsabilidades específicas.
6. Proporcione incentivos para los empleados y/o estudiantes para el desempeño con seguridad.
7. Exija a todos los empleados que lean el manual de seguridad apropiado. Exija a los estudiantes que lean las reglas de la institución para seguridad en el laboratorio. Haga que ambos grupos firmen una declaración de que así lo han hecho, de que entienden su contenido y que están de acuerdo en seguir esos procedimientos y prácticas. Mantenga estas declaraciones en los archivos del departamento.
8. Realice inspecciones periódicas del laboratorio, sin previo aviso, para identificar y corregir las condiciones peligrosas y las prácticas inseguras. Involucre a los empleados y/o los estudiantes en inspecciones simuladas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
9. Haga que el aprendizaje de cómo actuar con seguridad sea parte integral e importante de la educación en las ciencias, de su trabajo y de su vida.
10. Programe juntas regulares de seguridad en el departamento con todos los estudiantes y empleados, para discutir los resultados de las inspecciones y los aspectos de seguridad del laboratorio.
11. Cuando realice experimentos de alto riesgo o potencialmente riesgosos, hágase estas preguntas:
 - ¿Cuáles son los riesgos?
 - ¿Cuáles son las posibles cosas que pueden salir mal?
 - ¿Cómo las voy a manejar?
 - ¿Cuáles son las prácticas prudentes, los dispositivos de protección y los equipos necesarios para minimizar el riesgo de exposición a estos riesgos?

12. Exija que se reporten todos los accidentes. Estos (incidentes), deben ser evaluados por el comité de seguridad del departamento, y que se discutan en las juntas de seguridad.
13. Exija que en toda discusión antes de iniciar un experimento se consideren los aspectos de salud y seguridad.
14. No permita que se dejen corriendo experimentos sin atención, a menos que sean a prueba de fallas.
15. Prohíba el trabajo solitario en cualquier laboratorio y el trabajo sin el conocimiento previo de un miembro del equipo de trabajo.
16. Amplíe el programa de seguridad más allá del laboratorio, al automóvil y al hogar.
17. Permita solo cantidades mínimas de líquidos inflamables en cada laboratorio.
18. Prohíba fumar, comer y beber en el laboratorio.
19. No permita que se almacene comida en los refrigeradores de sustancias químicas.
20. Desarrolle planes y conduzca simulacros de respuesta a emergencias, tales como incendio, explosión, intoxicación, derrame de sustancias químicas o desprendimiento de vapores, descargas eléctricas, hemorragias y contaminación del personal.
21. Exija prácticas de orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
22. Publique los números telefónicos del departamento de bomberos, de la policía y de las ambulancias locales, ya sea cerca o encima de cada teléfono.
23. Almacene los ácidos y las bases por separado. Almacene los combustibles y los oxidantes por separado.
24. Mantenga un sistema de control de sustancias químicas para evitar su compra en cantidades innecesarias.
25. Utilice letreros de advertencia para señalar riesgos particulares.
26. Desarrolle prácticas de trabajo específicas para ciertos experimentos, tales como los que deben realizarse solo en campanas ventiladas o que involucren sustancias particularmente peligrosas. Siempre que sea posible, los experimentos más riesgosos deben realizarse en una campana.

Pasos que requieren gastos moderados

27. Asigne una parte del presupuesto del departamento a la seguridad.
28. Requiera el uso de protección apropiada de los ojos, en todo momento, en los laboratorios y en las áreas donde se transporten sustancias químicas.
29. Proporcione la cantidad adecuada de equipo de protección personal, tal como lentes de seguridad, goggles, máscaras, guantes, batas y mamparas para las mesas de trabajo.
30. Proporcione extintores de fuego, regaderas de emergencia, estaciones lava-ojos, botiquines de primeros auxilios, cobertores para casos de incendio y campanas para humos en cada laboratorio y revíselas o pruébelas mensualmente.
31. Proporcione guardas en todas las bombas de vacío y asegure todos los cilindros de gases comprimidos.
32. Proporcione una cantidad apropiada de equipo de primeros auxilios y las instrucciones para su uso adecuado.
33. Proporcione gabinetes a prueba de fuego para el almacenamiento de sustancias inflamables.
34. Mantenga una biblioteca de seguridad del departamento:
 - “Safety in School Science Labs”, Clair Wood, 1994, Kaufman & Associates, 101 Oak Street, Wellesley, MA 02482
 - “The Laboratory Safety Pocket Guide”, 1996, Genium Publisher, One Genium Plaza, Schenectady, NY

- "Safety in Academic Chemistry Laboratories", ACS, 1155 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036
- "Manual of Safety and Health Hazards in The School Science Laboratory", "Safety in the School Science Laboratory", "School Science Laboratories: A guide to Some Hazardous Substances" Council of State Science Supervisors (disponible solo a través de LSI)
- "Handbook of Laboratory Safety", 4th Edition, CRC Press, 2000 Corporate Boulevard NW, Boca Raton, FL 33431
- "Fire Protection Guide on Hazardous Materials", National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269
- "Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Hazardous Chemicals", 2nd Edition, 1995
- "Biosafety in the Laboratory", National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, NW, Washington, DC 20418
- "Learning By Accident", Volumes 1-3, 1997-2000, The Laboratory Safety Institute, Natick, MA 01760

(Todos estos libros están disponibles a través de The Laboratory Safety Institute.)

35. Retire todas las conexiones eléctricas del interior de los refrigeradores de sustancias químicas y exija cerraduras magnéticas.
36. Exija conectores con clavijas de tierra en todos los equipos eléctricos, e instale interruptores de circuitos por falla de tierra donde sea necesario.
37. Etiquete todas las sustancias químicas para indicar el nombre del material, la naturaleza y el grado de peligro, las precauciones apropiadas y el nombre de la persona responsable del recipiente.
38. Desarrolle un programa para fechar las sustancias químicas almacenadas, y para re-certificarlas o desecharlas después de los períodos de almacenamiento máximo predeterminados.
39. Desarrolle un sistema para la disposición legal, segura y ecológicamente aceptable de los residuos químicos.
40. Proporcione almacenamiento seguro de sustancias químicas, en espacios adecuados y bien ventilados.



Uso de los criterios de evaluación en la evaluación interna

Para la evaluación interna, se ha establecido una serie de criterios de evaluación. Cada criterio cuenta con cierto número de descriptores; cada uno describe un nivel de logro específico y equivale a un determinado rango de puntos. Los descriptores se centran en aspectos positivos aunque, en los niveles más bajos, la descripción puede mencionar la falta de logros.

Los profesores deben valorar el trabajo de evaluación interna del NM y del NS con relación a los criterios, utilizando los descriptores de nivel.

- Se utilizan los mismos criterios para el NM y el NS.
- El propósito es encontrar, para cada criterio, el descriptor que exprese de la forma más adecuada el nivel de logro alcanzado por el alumno. Esto implica que, cuando un trabajo demuestre niveles de logro distintos para los diferentes aspectos de un criterio, será necesario compensar dichos niveles. La puntuación asignada debe ser aquella que refleje más justamente el logro general de los aspectos del criterio. No es necesario cumplir todos los aspectos de un descriptor de nivel para obtener dicha puntuación.
- Al evaluar el trabajo de un alumno, los profesores deben leer los descriptores de cada criterio hasta llegar al descriptor que describa de manera más apropiada el nivel del trabajo que se está evaluando. Si un trabajo parece estar entre dos descriptores, se deben leer de nuevo ambos descriptores y elegir el que mejor describa el trabajo del alumno.
- En los casos en que un mismo descriptor de nivel comprenda dos o más puntuaciones, los profesores deben conceder las puntuaciones más altas si el trabajo del alumno demuestra en gran medida las cualidades descritas; el trabajo puede estar cerca de alcanzar las puntuaciones del descriptor de nivel superior. Los profesores deben conceder las puntuaciones más bajas si el trabajo del alumno demuestra en menor medida las cualidades descritas; el trabajo puede estar cerca de alcanzar las puntuaciones del descriptor de nivel inferior.
- Solamente deben utilizarse números enteros y no notas parciales, como fracciones o decimales.
- Los profesores no deben pensar en términos de aprobado o no aprobado, sino que deben concentrarse en identificar el descriptor apropiado para cada criterio de evaluación.
- Los descriptores de nivel más altos no implican un trabajo perfecto: están al alcance de los alumnos. Los profesores no deben dudar en conceder los niveles extremos si corresponden a descriptores apropiados del trabajo que se está evaluando.
- Un alumno que alcance un nivel de logro alto en un criterio no necesariamente alcanzará niveles altos en los demás criterios. Igualmente, un alumno que alcance un nivel de logro bajo en un criterio no necesariamente alcanzará niveles bajos en los demás criterios. Los profesores no deben suponer que la evaluación general de los alumnos debe dar como resultado una distribución determinada de puntuaciones.
- Se recomienda que los alumnos tengan acceso a los criterios de evaluación.

Actividades prácticas y evaluación interna

Generalidades

Los requisitos de evaluación interna son los mismos para Biología, Química y Física. La evaluación interna, que representa el 20% de la evaluación final, consiste en una investigación científica. La investigación individual debe cubrir un tema que sea acorde con el nivel del programa de estudios.

Los trabajos de los alumnos los evalúa el profesor internamente y los modera el IB externamente. La evaluación interna se realiza aplicando criterios de evaluación que son comunes a NM y NS, y su puntuación máxima total son 24 puntos.

Nota: Toda investigación que se utilice para evaluar a los alumnos deberá diseñarse específicamente para que se corresponda con los criterios de evaluación.

La tarea de evaluación interna será una investigación científica de unas 10 horas de duración, y el informe debe ocupar aproximadamente entre 6 y 12 páginas. Las investigaciones que superen esta extensión se penalizarán en el criterio “Comunicación” por no ser concisas.

La investigación práctica, con criterios genéricos, permitirá una amplia variedad de actividades prácticas que satisfagan las diversas necesidades de Biología, Química y Física. La investigación aborda adecuadamente muchos de los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje. Para obtener más información, consulte la sección “Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje de Química”.

El trabajo que se cree deberá ser complejo y acorde con el nivel del programa de estudios. Además, deberá tener una pregunta de investigación dirigida hacia un fin determinado y su correspondiente fundamentación científica. Los trabajos evaluados que se presenten como ejemplo en el material de ayuda al profesor demostrarán que la evaluación será rigurosa y del mismo nivel que la realizada en los cursos anteriores.

Algunas posibles tareas son:

- Una investigación práctica de laboratorio
- Utilizar una hoja de cálculo para análisis y creación de modelos
- Extraer información de una base de datos y analizarla de manera gráfica
- Realizar trabajos híbridos de hoja de cálculo o base de datos con una investigación práctica tradicional
- Utilizar una simulación, siempre que sea interactiva y abierta

Algunas tareas pueden consistir en trabajo cualitativo pertinente y adecuado, combinado con trabajo cuantitativo.

Entre las posibles tareas se incluyen investigaciones prácticas tradicionales, como en el curso anterior. El grado de profundidad que se requiere en el tratamiento de las investigaciones prácticas sigue siendo el mismo que en la anterior evaluación interna y se mostrará en detalle en el material de ayuda al profesor. Además, en las pruebas escritas se evaluarán detalladamente aspectos específicos de las actividades prácticas, tal como se indica en los correspondientes temas en la sección “Contenido del programa de estudios” de la guía.

La tarea tendrá los mismos criterios de evaluación para el NM y el NS. Los cinco criterios de evaluación son “Compromiso personal”, “Exploración”, “Análisis”, “Evaluación y Comunicación”.

Descripción detallada de la evaluación interna

Componente de evaluación interna

Duración: 10 horas

Porcentaje con respecto al total de la evaluación: 20%

- Investigación individual.
- Esta investigación cubre los objetivos de evaluación 1, 2, 3 y 4.

Criterios de evaluación interna

El nuevo modelo de evaluación utiliza cinco criterios para evaluar el informe final de la investigación individual con las siguientes puntuaciones y porcentajes:

Compromiso personal	Exploración	Análisis	Evaluación	Comunicación	Total
2 (8%)	6 (25%)	6 (25%)	6 (25%)	4 (17%)	24 (100%)

Los niveles de desempeño se describen mediante el uso de varios indicadores por nivel. En muchos casos, los indicadores se presentan simultáneamente en un nivel específico, pero no siempre. Además, no siempre aparecen todos los indicadores. Esto significa que un alumno puede demostrar desempeños que se corresponden con distintos niveles. Para adaptarse a esta realidad, los modelos de evaluación del IB utilizan bandas de calificación. A la hora de decidir qué nota otorgar en un criterio determinado, tanto examinadores como profesores deben encontrar el descriptor que exprese de la forma más adecuada el nivel de logro alcanzado por el alumno.

Los profesores deben leer la orientación acerca del uso de bandas de calificación que se da en la sección “Uso de los criterios de evaluación en la evaluación interna” antes de empezar a corregir. También es esencial conocer a fondo la corrección de los ejemplos que figuran en el material de ayuda al profesor. El significado concreto de los términos de instrucción que se utilizan en los criterios se puede encontrar en el glosario de las guías de cada asignatura.

Compromiso personal

Este criterio evalúa la medida en que el alumno se compromete con la exploración y la hace propia. El compromiso personal se puede reconocer en distintos atributos y habilidades, como abordar intereses personales o mostrar pruebas de pensamiento independiente, creatividad o iniciativa en el diseño, la implementación o la presentación de la investigación.

Puntos	Descriptor
0	El informe del alumno no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1	<p>Las pruebas que demuestran el compromiso personal con la exploración son limitadas, con poco pensamiento independiente, poca iniciativa o poca creatividad.</p> <p>La justificación aportada para elegir la pregunta de investigación y/o el tema que se investiga no demuestra interés, curiosidad o importancia de índole personal.</p> <p>Hay pocas pruebas que demuestren una iniciativa y un aporte de índole personal en el diseño, la implementación o la presentación de la investigación.</p>
2	<p>Las pruebas que demuestran el compromiso personal con la exploración son claras, con un grado significativo de pensamiento independiente, iniciativa o creatividad.</p> <p>La justificación aportada para elegir la pregunta de investigación y/o el tema que se investiga demuestra interés, curiosidad o importancia de índole personal.</p> <p>Hay pruebas que demuestran una iniciativa y un aporte de índole personal en el diseño, la implementación o la presentación de la investigación.</p>

Exploración

Este criterio evalúa en qué medida el alumno establece el contexto científico del trabajo, plantea una pregunta de investigación clara y bien centrada, y utiliza conceptos y técnicas adecuados al nivel del Programa del Diploma. Cuando corresponde, este criterio también evalúa la conciencia sobre consideraciones de seguridad, ambientales y éticas.

Puntos	Descriptor
0	El informe del alumno no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	<p>Se identifica el tema de la investigación y se plantea una pregunta de investigación de cierta pertinencia, pero la pregunta no está bien centrada.</p> <p>La información de referencia que se proporciona para la investigación es superficial o de pertinencia limitada, y no ayuda a comprender el contexto de la investigación.</p> <p>La metodología de la investigación solo es adecuada para abordar la pregunta de investigación de manera muy limitada, ya que considera unos pocos factores importantes que pueden influir en la pertinencia, fiabilidad y suficiencia de los datos obtenidos.</p> <p>El informe muestra pruebas de una conciencia limitada acerca de las importantes cuestiones de seguridad, éticas o ambientales que son pertinentes para la metodología de la investigación*.</p>
3-4	<p>Se identifica el tema de la investigación y se describe una pregunta de investigación pertinente, pero la pregunta no está totalmente bien centrada.</p> <p>La información de referencia que se proporciona para la investigación es, en su mayor parte, adecuada y pertinente, y ayuda a comprender el contexto de la investigación.</p> <p>La metodología de la investigación es, en su mayor parte, adecuada para abordar la pregunta de investigación, pero tiene limitaciones, ya que considera solo algunos de los factores importantes que pueden influir en la pertinencia, la fiabilidad y la suficiencia de los datos obtenidos.</p> <p>El informe muestra pruebas de cierta conciencia acerca de las importantes cuestiones de seguridad, éticas o ambientales que son pertinentes para la metodología de la investigación*.</p>
5-6	<p>Se identifica el tema de la investigación y se describe con claridad una pregunta de investigación pertinente y totalmente bien centrada.</p> <p>La información de referencia que se proporciona para la investigación es totalmente adecuada y pertinente, y mejora la comprensión del contexto de la investigación.</p> <p>La metodología de la investigación es muy adecuada para abordar la pregunta de investigación porque considera todos, o casi todos, los factores importantes que pueden influir en la pertinencia, la fiabilidad y la suficiencia de los datos obtenidos.</p> <p>El informe muestra pruebas de una completa conciencia acerca de las importantes cuestiones de seguridad, éticas o ambientales que son pertinentes para la metodología de la investigación*.</p>

* Este indicador debe aplicarse solo cuando sea pertinente para la investigación. Véanse ejemplos en el material de ayuda al profesor.

Análisis

Este criterio evalúa en qué medida el informe del alumno aporta pruebas de que este ha seleccionado, registrado, procesado e **interpretado** los datos de maneras que sean pertinentes para la pregunta de investigación y que puedan respaldar una conclusión.

Puntos	Descriptor
0	El informe del alumno no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	<p>El informe no incluye suficientes datos brutos pertinentes como para respaldar una conclusión válida para la pregunta de investigación.</p> <p>Se realiza cierto procesamiento básico de datos, pero es demasiado impreciso o demasiado insuficiente como para llevar a una conclusión válida.</p> <p>El informe muestra pruebas de que el efecto de la incertidumbre de las mediciones en el análisis apenas se toma en consideración.</p> <p>Los datos procesados se interpretan de manera incorrecta o insuficiente, de tal forma que la conclusión no es válida o es muy incompleta.</p>
3-4	<p>El informe incluye datos brutos cuantitativos y cualitativos pertinentes pero incompletos que podrían respaldar una conclusión simple o parcialmente válida con respecto a la pregunta de investigación.</p> <p>Se realiza un procesamiento adecuado y suficiente de datos que podría llevar a una conclusión válida a grandes rasgos, pero hay importantes imprecisiones e incoherencias en el procesamiento.</p> <p>El informe muestra pruebas de que el efecto de la incertidumbre de las mediciones en el análisis se toma en consideración de manera limitada.</p> <p>Los datos procesados se interpretan de tal forma que se puede deducir una conclusión válida a grandes rasgos, pero incompleta o limitada, con respecto a la pregunta de investigación.</p>
5-6	<p>El informe incluye suficientes datos brutos cuantitativos y cualitativos pertinentes que podrían respaldar una conclusión detallada y válida en relación con la pregunta de investigación.</p> <p>Se realiza un procesamiento adecuado y suficiente de datos con la precisión necesaria como para permitir extraer una conclusión con respecto a la pregunta de investigación que sea completamente coherente con los datos experimentales.</p> <p>El informe muestra pruebas de que el efecto de la incertidumbre de las mediciones en el análisis se toma en consideración de manera completa y adecuada.</p> <p>Los datos procesados se interpretan correctamente, de tal forma que se puede deducir una conclusión completamente válida y detallada de la pregunta de investigación.</p>

Evaluación

Este criterio evalúa en qué medida el informe del alumno aporta pruebas de que este ha evaluado la investigación y los resultados con respecto a la pregunta de investigación y al contexto científico aceptado.

Puntos	Descriptor
0	El informe del alumno no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	<p>Se resume una conclusión que no es pertinente para la pregunta de investigación o que no cuenta con el respaldo de los datos que se presentan.</p> <p>La conclusión hace una comparación superficial con el contexto científico aceptado.</p> <p>Los puntos fuertes y débiles de la investigación, como las limitaciones de los datos y las fuentes de error, se resumen pero se limitan a exponer las cuestiones prácticas o de procedimiento a las que el alumno se ha enfrentado.</p> <p>El alumno ha resumido muy pocas sugerencias realistas y pertinentes para la mejora y la ampliación de la investigación.</p>
3-4	<p>Se describe una conclusión que es pertinente para la pregunta de investigación y que cuenta con el respaldo de los datos que se presentan.</p> <p>Se describe una conclusión que realiza cierta comparación pertinente con el contexto científico aceptado.</p> <p>Los puntos fuertes y débiles de la investigación, como las limitaciones de los datos y las fuentes de error, se describen y demuestran cierta conciencia de las cuestiones metodológicas* implicadas en el establecimiento de la conclusión.</p> <p>El alumno ha descrito algunas sugerencias realistas y pertinentes para la mejora y la ampliación de la investigación.</p>
5-6	<p>Se describe y se justifica una conclusión detallada que es totalmente pertinente para la pregunta de investigación y que cuenta con el respaldo absoluto de los datos que se presentan.</p> <p>Se describe y se justifica correctamente una conclusión mediante una comparación pertinente con el contexto científico aceptado.</p> <p>Los puntos fuertes y débiles de la investigación, como las limitaciones de los datos y las fuentes de error, se discuten y demuestran una clara comprensión de las cuestiones metodológicas* implicadas en el establecimiento de la conclusión.</p> <p>El alumno ha discutido sugerencias realistas y pertinentes para la mejora y la ampliación de la investigación.</p>

*Para obtener aclaraciones, véanse los ejemplos disponibles en el material de ayuda al profesor.

Comunicación

Este criterio evalúa si la presentación de la investigación y su informe contribuyen a comunicar de manera eficaz el objetivo, el proceso y los resultados.

Puntos	Descriptor
0	El informe del alumno no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	<p>La presentación de la investigación es poco clara, lo cual dificulta comprender el objetivo, el proceso y los resultados.</p> <p>El informe es poco claro y no está bien estructurado: la información necesaria acerca del objetivo, el proceso y los resultados es inexistente o se presenta de manera incoherente o desorganizada.</p> <p>La presencia de información inadecuada o no pertinente dificulta la comprensión del objetivo, el proceso y los resultados de la investigación.</p> <p>Hay muchos errores en el uso de convenciones y terminología específicas de la asignatura*.</p>
3-4	<p>La presentación de la investigación es clara. Los errores que pueda haber no obstaculizan la comprensión del objetivo, el proceso y los resultados.</p> <p>El informe es claro y está bien estructurado: la información necesaria acerca del objetivo, el proceso y los resultados se presenta de manera coherente.</p> <p>El informe es pertinente y conciso, lo cual facilita una rápida comprensión del objetivo, el proceso y los resultados de la investigación.</p> <p>El uso de convenciones y terminología específicas de la asignatura es adecuado y correcto. Los errores que pueda haber no obstaculizan la comprensión.</p>

*Por ejemplo, no rotular (o rotular de manera incorrecta) gráficos, tablas o imágenes; uso incorrecto de unidades; uso incorrecto de decimales. Para cuestiones relacionadas con la citación de referencias, consulte la sección "Probidad académica".

Propósitos de las actividades prácticas

Aunque los requisitos de evaluación interna se centran en la investigación, los distintos tipos de actividades prácticas que un alumno puede realizar sirven también para otros propósitos, tales como:

- Ejemplificar, enseñar y reforzar los conceptos teóricos
- Apreciar el carácter esencialmente práctico del trabajo científico
- Apreciar el uso que los científicos hacen de datos secundarios obtenidos de bases de datos
- Apreciar el uso que los científicos hacen de la creación de modelos
- Apreciar las ventajas y limitaciones de la metodología científica

Plan de trabajos prácticos

El plan de trabajos prácticos es el programa práctico planificado por el profesor. Su propósito es resumir todas las actividades de investigación que lleva a cabo el alumno. Algunos de los trabajos realizados por los alumnos en el NM y el NS de una misma asignatura pueden ser iguales.

Cobertura del programa de estudios

La gama de actividades prácticas llevadas a cabo deberá reflejar la amplitud y profundidad del programa de la asignatura en cada nivel, pero no es necesario realizar una actividad para cada uno de los temas del programa. Sin embargo, todos los alumnos deben participar en el proyecto del Grupo 4 y en la investigación para la evaluación interna.

Organización del plan de trabajos prácticos

Los profesores tienen libertad para diseñar sus propios planes de trabajos prácticos, de acuerdo con determinados requisitos. La elección se debe basar en:

- Las asignaturas, niveles y opciones que se enseñan
- Las necesidades de los alumnos
- Los recursos disponibles
- Los estilos de enseñanza

Cada plan debe incluir algunos experimentos complejos que requieran un mayor esfuerzo conceptual por parte de los alumnos. Un plan de trabajo compuesto totalmente por experimentos sencillos, como marcar casillas o ejercicios de completar tablas, no constituye una experiencia suficientemente amplia para los alumnos.

Se alienta a los profesores a que usen el Centro pedagógico en línea (CPEL) para que, a través de los foros de debate, intercambien ideas acerca de posibles trabajos y añadan materiales en las páginas de las asignaturas.

Flexibilidad

El programa de trabajos prácticos es lo suficientemente flexible como para permitir que se lleve a cabo una amplia gama de actividades prácticas. Algunos ejemplos podrían ser:

- Prácticas breves de laboratorio, o proyectos que se extiendan a lo largo de varias semanas
- Simulaciones por computador
- Uso de bases de datos para datos secundarios
- Desarrollo y uso de modelos
- Ejercicios de recopilación de datos, como cuestionarios, pruebas con usuarios y encuestas
- Ejercicios de análisis de datos
- Trabajo de campo

Documentación de las actividades prácticas

La información sobre el plan de trabajos prácticos se registra en el formulario 4/PSOW, disponible en el *Manual de procedimientos del Programa del Diploma*. Junto con las muestras que se envíen para moderación, deberá incluirse el formulario 4/PSOW de la clase. Para cada curso que sea exclusivamente de NM o NS se requiere un formulario 4/PSOW solamente; sin embargo, para un curso combinado de NM y NS se requieren formularios 4/PSOW por separado para cada nivel.

Tiempo asignado a las actividades prácticas

Las horas lectivas recomendadas para el conjunto de los cursos del Programa del Diploma son 150 en el NM y 240 en el NS. Los alumnos deben dedicar a las actividades prácticas 40 horas en el NM y 60 horas en el NS (sin incluir el tiempo de redacción del trabajo). Este tiempo incluye 10 horas para el proyecto del Grupo 4 y 10 horas para la investigación de la evaluación interna. Si se ha continuado investigando después del vencimiento del plazo para el envío de trabajos al moderador, solamente podrán considerarse 2 o 3 horas de investigación extra en el total de horas del plan de trabajos prácticos.

Proyecto del Grupo 4

El proyecto del Grupo 4 es una actividad interdisciplinaria en la que deben participar todos los alumnos de Ciencias del Programa del Diploma. Se pretende que los alumnos de las diferentes asignaturas del Grupo 4 analicen un tema o problema común. El ejercicio debe ser una experiencia de colaboración en la que se destaquen preferentemente los **procesos** que comprende la actividad más que los **productos** de esta.

En la mayoría de los casos, los alumnos de un colegio participarán en la investigación del mismo tema. En aquellos casos en los que existe un gran número de alumnos, es posible dividirlos en grupos más pequeños en los que estén representadas cada una de las asignaturas de Ciencias. Los grupos pueden investigar el mismo tema, o temas distintos; es decir, pueden existir varios proyectos del Grupo 4 en el mismo colegio.

Los alumnos que estudien Sistemas Ambientales y Sociedades no tienen el requisito de realizar el proyecto del Grupo 4.

Proyecto del Grupo 4: resumen

El proyecto del Grupo 4 es una actividad cooperativa en la que alumnos de diferentes asignaturas del Grupo 4 trabajan juntos en un tema científico o tecnológico, y que permite el intercambio de conceptos y percepciones de las diferentes disciplinas, de conformidad con el objetivo general 10: "Desarrollar la comprensión de las relaciones entre las distintas disciplinas científicas y su influencia sobre otras áreas de conocimiento". El proyecto puede ser de naturaleza práctica o teórica. Se alienta la colaboración entre colegios de regiones diferentes.

El proyecto del Grupo 4 permite a los alumnos valorar las implicaciones ambientales, sociales y éticas de la ciencia y la tecnología. Permite además comprender las limitaciones del estudio científico, por ejemplo, la escasez de datos adecuados y/o la falta de recursos. El énfasis debe recaer sobre la cooperación interdisciplinaria y los procesos implicados en la investigación más que en los productos de la investigación misma.

Puede elegirse libremente un tema científico o tecnológico, pero el proyecto debe abordar claramente los objetivos generales 7, 8 y 10 de las guías de las asignaturas del Grupo 4.

Lo ideal es que en todas las etapas del proyecto los alumnos colaboren con compañeros de otras asignaturas del Grupo 4. No es necesario para ello que el tema elegido esté integrado por componentes claramente identificables correspondientes a asignaturas diferentes. No obstante, por motivos logísticos, algunos colegios pueden optar por dedicar fases de "acción" diferentes para cada asignatura (véase la sección "Etapas del proyecto", a continuación).

Etapas del proyecto

Las 10 horas asignadas al proyecto del Grupo 4, que forman parte de las horas lectivas dedicadas al desarrollo del plan de trabajos prácticos, se pueden dividir en tres etapas: planificación, acción y evaluación de resultados.

Planificación

Esta etapa es crucial para todo el proyecto y deberá tener una duración de unas dos horas.

- Puede desarrollarse en una sesión única o en dos o tres más cortas.
- Debe incluir una sesión de lluvia de ideas (*brainstorming*), en la que participen todos los alumnos del Grupo 4, se discuta el tema central y se compartan ideas e información.
- El tema puede ser elegido por los alumnos o por los profesores.
- Si participa un gran número de alumnos, puede ser recomendable que se constituya más de un grupo interdisciplinario.

Una vez que el tema o asunto haya sido seleccionado, se deben definir con claridad las actividades que se llevarán a cabo antes de pasar a las etapas de acción y evaluación de resultados.

Una estrategia puede ser que los alumnos definan por sí mismos las tareas que emprenderán, individualmente o como miembros de los grupos, e investiguen los diversos aspectos que plantea el tema seleccionado. En esta etapa, si el proyecto va a ser de tipo experimental, debe especificarse el equipo que se utilizará, de modo que la etapa de acción no se retrase. En el caso de haber concertado un proyecto conjunto con otros colegios, el contacto con estos es importante en esta etapa.

Acción

Esta etapa debe durar unas seis horas y puede llevarse a cabo a lo largo de una o dos semanas dentro del tiempo de clase programado. También se puede realizar en un solo día de clase completo si, por ejemplo, el proyecto requiere trabajo de campo.

- Los alumnos deben investigar el tema en grupos interdisciplinarios o en grupos de una sola asignatura.
- Debe haber colaboración durante la etapa de acción: los resultados de la investigación se deben compartir con los otros alumnos que forman parte del grupo, ya sea interdisciplinario o de una sola asignatura. Durante esta etapa, es importante prestar atención a las cuestiones de seguridad, éticas y ambientales en cualquier actividad de tipo práctico.

Nota: Los alumnos que cursen dos asignaturas del Grupo 4 no están obligados a realizar dos fases de acción diferentes.

Evaluación de resultados

Durante esta etapa, para la que se necesitarán probablemente dos horas, el énfasis debe recaer en que los alumnos compartan con sus compañeros los resultados de la investigación, tanto los éxitos como los fracasos. La forma de alcanzar este objetivo puede ser decidida por el profesor o los alumnos, o bien en forma conjunta.

- Una de las soluciones posibles puede ser dedicar una mañana o una tarde a un simposio en el que todos los alumnos, de forma individual o en grupo, realicen breves exposiciones.
- Otra opción puede ser la presentación de los resultados de manera más informal, en una feria de ciencias en la que los alumnos observen diversos paneles en los que se expongan resúmenes de las actividades de cada grupo.

Al simposio o la feria de ciencias podrían asistir los padres, miembros del consejo escolar y representantes de los medios de comunicación. Este hecho puede ser especialmente pertinente cuando la investigación se refiere a un asunto de importancia local. Algunos de los hallazgos podrían repercutir en la interacción entre el colegio y su entorno o la comunidad local.

Cumplimiento de los objetivos generales 7 y 8

Objetivo general 7: “Desarrollar las habilidades de comunicación del siglo XXI para aplicarlas al estudio de la ciencia”.

El objetivo general 7 se puede abordar en parte en la etapa de planificación, mediante el uso de medios electrónicos para la comunicación en los colegios y entre colegios. Las tecnologías (por ejemplo, registro de datos, hojas de cálculo, bases de datos, etc.) podrían utilizarse en la fase de acción y, sin duda, en la etapa de presentación y evaluación de resultados (por ejemplo, uso de imágenes digitales, programas para presentaciones, sitios web, video digital, etc.).

Objetivo general 8: “Tomar conciencia crítica, como ciudadanos del mundo, de las implicaciones éticas del uso de la ciencia y la tecnología”.

Cumplimiento del objetivo de dimensión internacional

La elección del tema también ofrece posibilidades de ilustrar el carácter internacional de las actividades científicas y la necesidad de una cooperación cada vez mayor para abordar cuestiones de repercusión mundial en las que intervienen la ciencia y la tecnología. Otra forma de aportar una dimensión internacional al proyecto es colaborar con un colegio de otra región.

Tipos de proyectos

El proyecto, además de abordar los objetivos generales 7, 8 y 10, debe basarse en la ciencia o en sus aplicaciones. La fase de acción del proyecto puede ser de tipo práctica o abordar aspectos puramente teóricos. Puede realizarse de muy diversas formas:

- Diseñando y realizando un trabajo práctico de laboratorio o de campo
- Realizando un estudio comparativo (experimental o de otro tipo) en colaboración con otro colegio
- Compilando, procesando y analizando datos de otras fuentes, como publicaciones científicas, organizaciones ambientales, industrias del ámbito científico y tecnológico e informes gubernamentales
- Diseñando y utilizando un modelo o simulación
- Contribuyendo a un proyecto a largo plazo organizado por el colegio

Estrategias logísticas

La organización logística del proyecto del Grupo 4 supone con frecuencia un reto para los colegios. Los modelos siguientes ilustran posibles formas de ejecución del proyecto.

Los modelos A, B y C se refieren a proyectos realizados en un único colegio, mientras que el modelo D se refiere a un proyecto de colaboración entre colegios.

Modelo A: grupos interdisciplinarios y un único tema

Los colegios pueden formar grupos de varias asignaturas y elegir un único tema. El número de grupos dependerá del número de alumnos.

Modelo B: grupos interdisciplinarios con más de un tema

Los colegios con un gran número de alumnos pueden decidir trabajar en más de un tema.

Modelo C: grupos de una sola asignatura

Por motivos de logística, es posible que algunos colegios elijan el modelo de grupos de una sola asignatura, con uno o más temas en la fase de acción. Este modelo es el menos recomendable, ya que no muestra la colaboración entre distintas materias en la que participan muchos científicos.

Modelo D: colaboración con otro colegio

Cualquier colegio puede optar por el modelo de colaboración. Para ello, el IB incluirá en el CPEL un foro de colaboración en el que los colegios puedan publicar sus ideas de proyectos e invitar a otro colegio a que colabore con ellos. La colaboración puede realizarse de diversos modos, desde únicamente compartir la evaluación de los resultados de un tema común a la colaboración plena en todas las etapas.

Los colegios con algunos pocos alumnos que solo estudian determinados cursos del Programa del Diploma pueden incorporar al proyecto alumnos no inscritos en el Programa del Diploma o no pertenecientes al Grupo 4, o bien realizar el proyecto una vez cada dos años. No obstante, se alienta a estos colegios a que colaboren con otro colegio. Esta estrategia se recomienda también para casos individuales de alumnos que no hayan participado en el proyecto ya sea, por ejemplo, por enfermedad o porque han sido transferidos a otro colegio en el que el proyecto ya se había realizado.

Distribución del tiempo

Las 10 horas de dedicación al proyecto que recomienda el IB pueden estar distribuidas a lo largo de varias semanas. Es necesario tener en cuenta la distribución de dichas horas al decidir el momento óptimo para llevarlo a cabo. Sin embargo, es posible que un grupo se dedique exclusivamente al proyecto durante un período de tiempo, si se suspenden todas o la mayoría de las demás actividades escolares.

Año 1

En el primer año, es posible que la experiencia y las habilidades de los alumnos sean limitadas y no sea aconsejable comenzar el proyecto en este curso. Sin embargo, realizarlo en la parte final del primer año puede tener la ventaja de reducir la carga de trabajo que tienen más tarde los alumnos. Esta estrategia proporciona tiempo para resolver problemas imprevistos.

Años 1 y 2

Al final del primer año podría comenzar la etapa de planificación, decidirse el tema y realizarse una discusión provisional en cada una de las asignaturas. Los alumnos podrían aprovechar el período de vacaciones subsiguiente para pensar cómo van a abordar el trabajo y estarían listos para comenzar el trabajo experimental al principio del segundo año.

Año 2

Retrasar el comienzo del proyecto hasta algún momento del segundo año, especialmente si se deja hasta demasiado tarde, aumenta la presión sobre los alumnos de diversas formas: el plazo para la realización del proyecto es mucho más ajustado que en los demás casos; la enfermedad de algún alumno o problemas inesperados pueden crear dificultades adicionales. No obstante, empezar en el segundo año tiene la ventaja de que alumnos y profesores se conocen, y probablemente se han acostumbrado a trabajar en equipo y tienen más experiencia en los aspectos pertinentes que durante el primer año.

Combinación del NM y el NS

En los casos en los que el proyecto solo se realice cada dos años, puede combinarse a alumnos principiantes del NS con alumnos más experimentados del NM.

Elección del tema

Los alumnos pueden elegir el tema o proponer varios posibles; el profesor decidirá cuál es el más viable en función de la disponibilidad de recursos, de personal, etc. Otra posibilidad es que el profesor elija el tema o proponga varios para que los alumnos escojan uno.

Temas elegidos por los alumnos

Si los alumnos eligen el tema por sí mismos es más probable que demuestren un mayor entusiasmo y lo sientan como algo propio. Se resume aquí una estrategia posible para que los alumnos seleccionen un tema, la cual incluye también parte de la fase de planificación. En este momento, los profesores de la asignatura pueden aconsejar a los alumnos sobre la viabilidad de los temas propuestos.

- Identificar los posibles temas consultando a los alumnos por medio de un cuestionario o una encuesta.
- Realizar una sesión inicial de lluvia de ideas (*brainstorming*) sobre posibles temas o cuestiones para investigar.
- Discutir brevemente dos o tres temas que parezcan interesantes.
- Elegir un tema por consenso.
- Los alumnos hacen una lista de los trabajos prácticos que se podrían llevar a cabo. A continuación, todos los alumnos comentan los aspectos comunes entre los temas y las posibilidades de colaborar en sus trabajos.

Cada alumno deberá escribir una reflexión acerca de su participación en el proyecto del Grupo 4. Dicha reflexión debe incluirse en la portada de cada investigación de evaluación interna. Para obtener más información, consulte el *Manual de procedimientos del Programa del Diploma*.

Glosario de términos de instrucción

Términos de instrucción para Química

Los alumnos deberán familiarizarse con los siguientes términos y expresiones utilizados en las preguntas de examen. Los términos se deberán interpretar tal y como se describe a continuación. Aunque estos términos se usarán frecuentemente en las preguntas de examen, también podrán usarse otros términos con el fin de guiar a los alumnos para que presenten un argumento de una manera específica.

Estos términos de instrucción indican el grado de profundidad en el tratamiento de un aspecto.

Objetivo de evaluación 1

Término de instrucción	Definición
Clasificar	Disponer u ordenar por clase o categoría.
Definir	Dar el significado exacto de una palabra, frase, concepto o magnitud física.
Dibujar con precisión	Representar a lápiz por medio de un diagrama o un gráfico precisos y rotulados. Se debe utilizar la regla para las líneas rectas. Los diagramas se deben dibujar a escala. En los gráficos, cuando el caso lo requiera, los puntos deben aparecer correctamente marcados y unidos, bien por una línea recta o por una curva suave.
Enumerar	Proporcionar una lista de respuestas cortas sin ningún tipo de explicación.
Indicar	Especificar un nombre, un valor o cualquier otro tipo de respuesta corta sin aportar explicaciones ni cálculos.
Medir	Obtener el valor de una cantidad.
Rotular	Añadir rótulos o encabezamientos a un diagrama.

Objetivo de evaluación 2

Término de instrucción	Definición
Anotar	Añadir notas breves a un diagrama o gráfico.
Aplicar	Utilizar una idea, ecuación, principio, teoría o ley con relación a una cuestión o problema determinados.
Calcular	Obtener una respuesta numérica y mostrar las operaciones pertinentes.
Describir	Exponer detalladamente.
Distinguir	Indicar de forma clara las diferencias entre dos o más conceptos o elementos.
Estimar	Obtener un valor aproximado.

Término de instrucción	Definición
Formular	Expresar los conceptos o argumentos pertinentes con claridad y de forma sistemática.
Identificar	Dar una respuesta entre un número de posibilidades.
Resumir	Exponer brevemente o a grandes rasgos.

Objetivo de evaluación 3

Término de instrucción	Definición
Analizar	Separar [las partes de un todo] hasta llegar a identificar los elementos esenciales o la estructura.
Comentar	Emitir un juicio basado en un enunciado determinado o en el resultado de un cálculo.
Comparar	Exponer las semejanzas entre dos (o más) elementos o situaciones refiriéndose constantemente a ambos (o a todos).
Comparar y contrastar	Exponer las semejanzas y diferencias entre dos (o más) elementos o situaciones refiriéndose constantemente a ambos (o a todos).
Deducir	Establecer una conclusión a partir de la información suministrada.
Demostrar	Aclarar mediante razonamientos o datos, ilustrando con ejemplos o aplicaciones prácticas.
Derivar	Manipular una relación matemática para obtener una nueva ecuación o relación.
Determinar	Obtener la única respuesta posible.
Dibujar aproximadamente	Representar por medio de un diagrama o gráfico (rotulados si fuese necesario). El esquema deberá dar una idea general de la figura o relación que se pide y deberá incluir las características pertinentes.
Discutir	Presentar una crítica equilibrada y bien fundamentada que incluye una serie de argumentos, factores o hipótesis. Las opiniones o conclusiones deberán presentarse de forma clara y justificarse mediante pruebas adecuadas.
Diseñar	Idear un plan, una simulación o un modelo.
Elaborar	Mostrar información de forma lógica o con un gráfico.
Evaluar	Realizar una valoración de los puntos fuertes y débiles.
Examinar	Considerar un argumento o concepto de modo que se revelen los supuestos e interrelaciones inherentes a la cuestión.
Explicar	Exponer detalladamente las razones o causas de algo.
Explorar	Llevar a cabo un proceso sistemático de indagación.
Interpretar	Utilizar el conocimiento y la comprensión para reconocer tendencias y extraer conclusiones a partir de información determinada.

Término de instrucción	Definición
Justificar	Proporcionar razones o pruebas válidas que respalden una respuesta o conclusión.
Mostrar	Indicar los pasos realizados en un cálculo o deducción.
Predecir	Dar un resultado esperado.
Resolver	Obtener la respuesta por medio de métodos algebraicos, numéricos o gráficos.
Sugerir	Proponer una solución, una hipótesis u otra posible respuesta.

Bibliografía

Esta bibliografía contiene las principales obras consultadas durante el proceso de revisión del currículo. No es una lista exhaustiva ni incluye toda la literatura disponible: se trata de una selección juiciosa con el fin de ofrecer una mejor orientación a los docentes. Esta bibliografía no debe verse como una lista de libros de texto recomendados.

RHOTON, J. *Science Education Leadership: Best Practices for the New Century*. Arlington (Virginia, EE. UU.): National Science Teachers Association Press, 2010.

MASOOD, E. *Science & Islam: A History*. Londres (Reino Unido): Icon Books, 2009.

ROBERTS, B. *Educating for Global Citizenship: A Practical Guide for Schools*. Cardiff (Reino Unido): Organización del Bachillerato Internacional, 2009.

MARTIN, J. *The Meaning of the 21st Century: A vital blueprint for ensuring our future*. Londres (Reino Unido): Eden Project Books, 2006.

GERZON, M. *Global Citizens: How our vision of the world is outdated, and what we can do about it*. Londres (Reino Unido): Rider Books, 2010.

HAYDON, G. *Education, Philosophy & the Ethical Environment*. Oxon/Nueva York (EE. UU.): Routledge, 2006.

ANDERSON, L. W. et al. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nueva York (EE. UU.). Addison Wesley Longman, Inc., 2001.

HATTIE, J. *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Oxon/Nueva York (EE. UU.): Routledge, 2009.

PETTY, G. *Evidence-based Teaching: A practical approach*. 2ª ed. Cheltenham (Reino Unido): Nelson Thornes Ltd., 2009.

ANDAIN, I y MURPHY, G. *Creating Lifelong Learners: Challenges for Education in the 21st Century*. Cardiff (Reino Unido): Organización del Bachillerato Internacional, 2008.

JEWKES, J., SAWERS, D. y STILLERMAN, R. *The Sources of Invention*. 2ª ed. Nueva York (EE. UU.): W.W. Norton & Co., 1969.

LAWSON, B. *How Designers Think: The design process demystified*. 4ª ed. Oxford (Reino Unido): Architectural Press, 2005.

DOUGLAS, H. *Science, Policy, and the Value-Free Ideal*. Pittsburgh (Pennsylvania, EE. UU.): University of Pittsburgh Press, 2009.

AIKENHEAD, G. y MICHELL, H. *Bridging Cultures: Indigenous and Scientific Ways of Knowing Nature*. Toronto (Canadá): Pearson Canada, 2011.

WINSTON, M. y EDELBACH, R. *Society, Ethics, and Technology*. 4ª. ed. Boston (Massachusetts, EE. UU.): Wadsworth CENGAGE Learning, 2012.

BRIAN ARTHUR, W. *The Nature of Technology*. Londres (Reino Unido): Penguin Books, 2009.

HEADRICK, D. *Technology: A World History*. Oxford (Reino Unido): Oxford University Press, 2009.

- POPPER, K. R. *The Logic of Scientific Discovery*. 4ª ed. revisada. Londres (Reino Unido): Hutchinson, 1980.
- TREFIL, J. *Why Science?* Nueva York/Arlington (EE. UU.): NSTA Press & Teachers College Press, 2008.
- KUHN, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. 3ª ed. Chicago, Illinois (EE. UU.): The University of Chicago Press, 1996.
- KHINE, M. S. (ed.). *Advances in Nature of Science Research: Concepts and Methodologies*. Bahrein: Springer, 2012.
- SPIER, F. *Big History and the Future of Humanity*. Chichester (Reino Unido): Wiley-Blackwell, 2010.
- STOKES BROWN, C. *Big History: From the Big Bang to the Present*. Nueva York (EE. UU.): The New Press, 2007.
- SWAIN, H. (ed.). *Big Questions in Sciences*. Londres (Reino Unido): Vintage, 2002.
- ROBERTS, R. M. *Serendipity: Accidental Discoveries in Science*. Chichester (Reino Unido): Wiley Science Editions, 1989.
- EHRlich, R. *Nine crazy ideas in science*. Princeton, Nueva Jersey (EE. UU.): Princeton University Press, 2001.
- LLOYD, C. *What on Earth Happened?: The Complete Story of the Planet, Life and People from the Big Bang to the Present Day*. Londres (Reino Unido): Bloomsbury Publishing, 2012.
- TREFIL, J. y HAZEN, R. M. *Sciences: An integrated Approach*. 6ª ed. Chichester (Reino Unido): Wiley, 2010.
- ICASE. *Innovation in Science & Technology Education: Research, Policy, Practice*. Tartu (Estonia): ICASE/UNESCO/ University of Tartu, 2010.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Science for all Americans online*. Washington, Distrito de Columbia (EE. UU.), 1990. Disponible en línea en <<http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>>.
- THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. *Nature of Science and the Scientific Method*. Boulder, (Colorado, EE. UU.), 2012. Disponible en línea en <<http://www.geosociety.org/educate/naturescience.pdf>>.
- BIG HISTORY PROJECT. *Big History: An Introduction to Everything* [en línea]. 2011. <<http://www.bighistoryproject.com>>.
- NUFFIELD FOUNDATION. *How science works* [en línea]. Londres (Reino Unido), 2012. <<http://www.nuffieldfoundation.org/practical-physics/how-science-works>>.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA MUSEUM OF PALEONTOLOGY. *Understanding Science*. [en línea] <<http://www.understandingscience.org>> [Consulta: 1 de febrero de 2013] Berkeley, California (EE.UU).
- COLLINS, S., OSBORNE, J., RATCLIFFE, M., MILLAR, R., y DUSCHL, R. *What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the 'expert' community*. St. Louis, Missouri (EE. UU.): National Association for Research in Science Teaching (NARST), 2012.
- TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) [en línea]. <<http://timssandpirls.bc.edu>> [Consulta: 1 de febrero de 2013].
- PISA (*Programme for International Student Assessment*) [en línea]. <<http://www.oecd.org/pisa>> [Consulta: 1 de febrero de 2013].
- ROSE (*The Relevance of Science Education*) [en línea]. <<http://roseproject.no/>> [Consulta: 1 de febrero de 2013].