

# Guía de Química

Primera evaluación: 2025

# Guía de Química

Primera evaluación: 2025

## Programa del Diploma

### Guía de Química

Versión en español del documento publicado en febrero de 2023 con el título  
*Chemistry guide*

Publicada en febrero de 2023

Actualizada en mayo de 2023

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 (UK) Ltd  
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate  
Cardiff, Gales CF23 8GL  
Reino Unido  
Sitio web: [ibo.org/es](https://ibo.org/es)

© Organización del Bachillerato Internacional, 2023

La Organización del Bachillerato Internacional (conocida como IB) ofrece cuatro programas educativos exigentes y de calidad a una comunidad de colegios de 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 a las personas titulares de los derechos y obtener la debida autorización antes de la publicación de todo material protegido por derechos de autor utilizado. El IB agradece las autorizaciones recibidas para utilizar los materiales incluidos en esta publicación y enmendará cualquier error u omisión lo antes posible.

El IB pretende que el español utilizado en sus publicaciones sea comprensible para la totalidad de hablantes de esta lengua y no refleje una variante particular o regional. Asimismo, en la redacción se aplica un enfoque de comunicación no sexista, que constituye una etapa intermedia dentro de la actual trayectoria global del IB respecto al acceso y la inclusión.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede reproducirse, almacenarse en un sistema de archivo y recuperación de datos ni distribuirse de forma total o parcial, de manera alguna ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del IB o sin que esté expresamente permitido en la [normativa de uso de la propiedad intelectual del IB](#).

Los artículos promocionales y las publicaciones del IB pueden adquirirse en la [tienda virtual del IB](#) (correo electrónico: [sales@ibo.org](mailto:sales@ibo.org)). Está prohibido el uso comercial de las publicaciones del IB (tanto las incluidas en las tasas como las que se pueden adquirir por separado) por parte de terceras personas que actúen en el entorno de la Organización del Bachillerato Internacional sin haber establecido una relación formal con ella (incluidos, entre otros, organizaciones que imparten clases, empresas proveedoras de desarrollo profesional, empresas editoriales del sector educativo y compañías que ofrecen servicios de planificación curricular o plataformas digitales que brindan recursos pedagógicos). Dicho uso comercial solo está permitido con la correspondiente licencia por escrito otorgada por el IB. Las solicitudes de licencias deben enviarse a [copyright@ibo.org](mailto:copyright@ibo.org). Encontrará más información al respecto en el [sitio web del IB](#).

**International Baccalaureate, Baccalauréat International, Bachillerato Internacional**  
y los logotipos del IB son marcas registradas de la Organización del Bachillerato Internacional.

## Declaración de principios del IB

El Bachillerato Internacional tiene como meta formar personas solidarias, informadas y ávidas 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 actuar de forma compasiva 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 demostrar los siguientes atributos:

## INDAGACIÓN

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

## CONOCIMIENTO

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.

## RAZONAMIENTO

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.

## COMUNICACIÓN

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

## INTEGRIDAD

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.

## MENTALIDAD ABIERTA

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

## SOLIDARIDAD

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

## AUDACIA

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.

## EQUILIBRIO

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

## REFLEXIÓN

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. Tenemos la convicción 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

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introducción</b>                                  | <b>1</b>  |
| Propósito de esta publicación                        | 1         |
| El Programa del Diploma                              | 2         |
| Naturaleza de la ciencia                             | 7         |
| Naturaleza de la química                             | 10        |
| Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje de Química | 16        |
| El proyecto científico colectivo                     | 22        |
| Objetivos generales                                  | 23        |
| Objetivos de evaluación                              | 24        |
| Los objetivos de evaluación en la práctica           | 25        |
| <b>Programa de estudios</b>                          | <b>26</b> |
| Resumen del programa de estudios                     | 26        |
| Hoja de ruta del programa de estudios                | 27        |
| Formato del programa de estudios                     | 28        |
| Habilidades en el estudio de Química                 | 29        |
| Contenido del programa de estudios                   | 35        |
| <b>Evaluación</b>                                    | <b>70</b> |
| La evaluación en el Programa del Diploma             | 70        |
| Resumen de la evaluación: NM                         | 72        |
| Resumen de la evaluación: NS                         | 73        |
| Evaluación externa                                   | 74        |
| Evaluación interna                                   | 76        |
| <b>Apéndices</b>                                     | <b>86</b> |
| Glosario de términos de instrucción                  | 86        |
| Bibliografía                                         | 88        |
| Actualizaciones de la publicación                    | 89        |

## 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 Química. Si bien está dirigida principalmente al cuerpo docente, se espera que este la utilice para informar sobre la asignatura a los padres y el alumnado.

Esta guía está disponible en la página de la asignatura del Centro de recursos para los programas ([resources.ibo.org](https://resources.ibo.org)), un sitio web del Bachillerato Internacional (IB) protegido por contraseña y concebido para proporcionar apoyo al profesorado del IB. También puede adquirirse en la tienda virtual del IB ([store.ibo.org](https://store.ibo.org)).

## Otros recursos

En el Centro de recursos para los programas pueden encontrarse también publicaciones tales como exámenes de muestra y esquemas de calificación, materiales de ayuda al profesor, informes generales de la asignatura y descriptores de calificaciones finales. En la tienda virtual del IB se pueden adquirir exámenes y esquemas de calificación de convocatorias anteriores.

Se invita al profesorado a visitar el Centro de recursos para los programas, donde podrán consultar materiales adicionales creados o utilizados por docentes. También pueden aportar información sobre materiales que consideren útiles, por ejemplo: sitios web, libros, videos, publicaciones periódicas o ideas pedagógicas.

## Agradecimientos

El IB agradece al profesorado y a sus respectivos colegios la generosidad con la que dedicaron tiempo y recursos a la elaboración de la presente guía.

**Primera evaluación: 2025**



## El Programa del Diploma

El Programa del Diploma (PD) 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 a personas informadas e instruidas y con espíritu indagador, a la vez que solidarias y sensibles a las necesidades de otras personas. Se da especial importancia a que la juventud desarrolle un 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 favorece el estudio simultáneo de una amplia variedad de áreas académicas. El alumnado estudia dos lenguas modernas (o una lengua moderna y una clásica), una asignatura de humanidades o ciencias sociales, una ciencia experimental, una asignatura de matemáticas y una de artes. Esta variedad hace del PD un programa exigente y muy eficaz como preparación para el ingreso a la universidad. Además, en cada una de las áreas académicas tienen flexibilidad para elegir las asignaturas en las que tengan un interés particular y que quizás deseen continuar estudiando en la universidad.

Figura 1

Modelo del Programa del Diploma





## La combinación adecuada

**Se debe elegir una asignatura de cada una de las seis áreas académicas, aunque también se 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. Muchas asignaturas también requieren realizar trabajos que califica directamente el profesor o profesora en el colegio.

## El núcleo del modelo del Programa del Diploma

Cada estudiante del PD debe 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 en 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 al alumnado a analizar las afirmaciones de conocimiento y a explorar preguntas sobre la construcción del conocimiento. El cometido de TdC es poner énfasis en los vínculos entre las áreas de conocimiento compartido y relacionarlas con el conocimiento personal, de manera que el alumnado sea más consciente de sus perspectivas y de cómo estas pueden diferir de las de otras personas.

El curso estudia los medios para generar conocimiento dentro del tema central “El conocimiento y el actor del conocimiento”, así como en el marco de otros temas opcionales (conocimiento y tecnología, conocimiento y lenguaje, conocimiento y política, conocimiento y religión, y conocimiento y sociedades indígenas) y áreas de conocimiento (artes, ciencias naturales, ciencias humanas, historia y matemáticas). El curso también anima a comparar las distintas áreas de conocimiento y a reflexionar sobre cómo se alcanza el conocimiento en las distintas disciplinas, qué tienen en común las disciplinas, y qué las diferencia.

**Creatividad, Actividad y Servicio** (CAS) es una parte central del Programa del Diploma. El programa de CAS contribuye a que cada estudiante desarrolle su propia identidad, de acuerdo con los fundamentos éticos expresados en la declaración de principios y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. CAS les hace participar en una variedad de actividades simultáneas al estudio de las disciplinas académicas del PD. Las tres áreas que lo componen son la creatividad (artes y otras experiencias que implican pensamiento creativo), la actividad (actividades que implican un esfuerzo físico que contribuye a un estilo de vida sano) y el servicio (un intercambio voluntario y no remunerado que supone un aprendizaje). Posiblemente más que ningún otro componente del PD, CAS cumple el principio del IB de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del respeto y el entendimiento intercultural.

La **Monografía**, incluida la de Estudios del Mundo Contemporáneo, brinda al alumnado 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 seis asignaturas del PD que están cursando, mientras que la monografía interdisciplinaria de Estudios del Mundo Contemporáneo estará relacionada con dos asignaturas. La Monografía sirve para familiarizarse con las habilidades de investigación independiente y de redacción académica que se esperarán 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 asignaturas elegidas. Su objetivo es fomentar habilidades de investigación y de expresión escrita de alto nivel, así como el descubrimiento intelectual y la creatividad. Como experiencia de aprendizaje auténtico, la Monografía brinda la oportunidad de realizar una investigación personal acerca de un tema de elección propia, con la orientación de un supervisor.

## Enfoques de la enseñanza y enfoques del aprendizaje

Los términos *enfoques de la enseñanza* y *enfoques del aprendizaje* en el PD se refieren 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 del alumnado y le ayudan a prepararse para la evaluación del PD y otros desafíos futuros. Los objetivos generales de los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje en el PD son los siguientes:

- Facultar al personal docente no solo para impartir conocimientos, sino también para infundir en el alumnado una actitud activa de aprendizaje
- Facultar al personal docente para crear estrategias más claras que les permitan ofrecer al alumnado experiencias de aprendizaje más significativas en las que tengan que utilizar la 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)
- Motivar a los alumnos y alumnas a desarrollar una variedad explícita de habilidades que les permitan continuar aprendiendo activamente después de dejar el colegio, y ayudarles 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 la pertinencia de la experiencia del PD que recibe el alumnado
- Permitir a los colegios reconocer el carácter distintivo de la educación del PD, 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 PD se propone desarrollar en el alumnado 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 de la organización. La enseñanza y el aprendizaje en el PD representan la puesta en práctica de la filosofía educativa del IB.

## Integridad académica

En el PD, la integridad 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 integridad académica sirve para promover la integridad personal, generar respeto por la integridad y el trabajo de otras personas, y garantizar que cada estudiante tenga igualdad de oportunidades para demostrar los conocimientos y las habilidades que ha adquirido durante sus estudios.

Todos los trabajos de clase —incluidos los que se envían para evaluación— deben ser originales, estar basados en las ideas propias del alumno o alumna y citar debidamente la autoría de las ideas y el trabajo de otras personas. Las tareas de evaluación que requieren orientación docente o trabajo en equipo deben llevarse a cabo respetando todas las directrices detalladas que proporciona el IB para las asignaturas correspondientes.

Para obtener más información sobre la integridad académica en el IB y el PD, consulte las siguientes publicaciones del IB: *Integridad académica*, *Uso eficaz de citas y referencias*, *El Programa del Diploma: de los principios a la práctica* y el reglamento general de los *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma* (que se actualiza anualmente). En esta guía puede encontrar información específica sobre la integridad académica en lo que respecta a los componentes de evaluación externa e interna de esta asignatura.

## Cita de las ideas o el trabajo de otras personas

El personal de coordinación y enseñanza debe recordar que cada estudiante debe citar todas las fuentes que utilice en los trabajos que envíe para su evaluación. A continuación se ofrece una aclaración de este requisito.

Cada estudiante del PD envía trabajos para evaluación en diversos formatos: material audiovisual, texto, gráficos, imágenes o datos publicados en fuentes impresas o electrónicas. Si se utiliza el trabajo o las ideas de otra persona, es necesario citar la fuente usando un formato de referencia estándar de forma coherente. El IB investigará todo caso en que no se cite una fuente como posible infracción del reglamento, que puede conllevar una penalización impuesta por el Comité de la evaluación final.

El IB no prescribe el formato de referencia bibliográfica o citación que debe emplearse; esta elección se deja a discreción de los miembros pertinentes del profesorado o del personal del colegio. Debido a la amplia variedad de asignaturas y lenguas de respuesta, y a 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. 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, según proceda.

Se espera que en los trabajos se emplee un formato estándar de forma coherente para citar todas las fuentes utilizadas, incluidas aquellas cuyo contenido se haya parafraseado o resumido. Al redactar, cada estudiante debe distinguir claramente sus propias palabras de las de otras personas utilizando comillas (u otros métodos, como el sangrado) seguidas de una cita que señale una entrada en la bibliografía. Si se cita una fuente electrónica, es necesario indicar la fecha de consulta. No se espera que el alumnado tenga un nivel experto en materia de referencias, pero sí que demuestre que se han citado todas las fuentes. Es necesario recordarles que deben citar todo material audiovisual, texto, gráfico, imagen o dato publicado en fuentes impresas o electrónicas que no sea de su autoría. Como se ha mencionado anteriormente, se debe emplear un formato de referencia bibliográfica y citación apropiado.

## La diversidad en el aprendizaje y las necesidades de apoyo para el aprendizaje

Los colegios deben garantizar que cada estudiante con necesidades de apoyo para el aprendizaje cuente con adecuaciones que impliquen un acceso equitativo y con ajustes razonables, según los documentos del IB titulados *Política de acceso e inclusión* y *La diversidad en el aprendizaje y la inclusión en los programas del IB: Eliminar las barreras para el aprendizaje*.

Los documentos *Respuesta a la diversidad de aprendizaje de los alumnos en el aula* y *Guía del IB sobre educación inclusiva: un recurso para el desarrollo en todo el colegio* están disponibles para ayudar a los colegios en el proceso continuo de aumentar el acceso y la participación mediante la eliminación de barreras para el aprendizaje.

## Normas para la implementación de los programas y aplicaciones concretas

Las normas para la implementación de los programas y aplicaciones concretas son el conjunto de principios al que deberán referirse los colegios para garantizar la calidad y la fidelidad en la implementación de los programas del IB. La enseñanza y el aprendizaje son indicadores importantes de la calidad y las prácticas eficaces en los colegios, y las normas de implementación y aplicaciones concretas detallan las expectativas que comparten el profesorado y el alumnado de todos los programas del IB.

Las normas de implementación y aplicaciones concretas proporcionan un marco para ayudar al personal docente de los Colegios del Mundo del IB a entender cuáles son sus derechos y sus responsabilidades al desarrollar entornos y experiencias de aprendizaje para sus estudiantes. El IB es consciente de que, para lograr una enseñanza eficaz, es necesario apoyar al profesorado en su comprensión, bienestar, entorno y recursos. Cada docente utiliza los principios básicos de la filosofía y pedagogía del IB (los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje, el perfil de la comunidad de aprendizaje y la mentalidad internacional) para diseñar experiencias de aprendizaje que preparen a sus estudiantes para cumplir los objetivos generales y de evaluación que se indican en esta guía.

Si desea obtener más información sobre los derechos y responsabilidades del profesorado, consulte la publicación del IB [\*Normas para la implementación de los programas y aplicaciones concretas\*](#) en el Centro de recursos para los programas.

# Naturaleza de la ciencia

## ¿Qué es la naturaleza de la ciencia?

La naturaleza de la ciencia es un tema dominante en los cursos de Biología, Química y Física que busca explorar la comprensión conceptual relacionada con el propósito, las características y el impacto del conocimiento científico.

## ¿Qué queremos saber en la ciencia?

En una ocasión, el premio nobel e influyente divulgador científico Richard Feynman describió el proceso de la ciencia mediante la analogía de observar un juego de mesa desconocido “[...] y no conocemos las reglas del juego. Pero se nos permite mirar el tablero, al menos de vez en cuando [...] y a partir de estas observaciones tratamos de averiguar cuáles son las reglas del juego, cuáles son las reglas para mover las piezas” (Feynman et al., 1963).

## ¿En qué consiste la actividad científica?

Clasificar esas observaciones y patrones subyacentes del mundo natural, partiendo del supuesto de que el universo existe como una realidad externa accesible a la experiencia humana, es la esencia de lo que hace el colectivo científico. Los procesos variados y a menudo no lineales que se emplean en las metodologías científicas tienen diversas características clave en común para maximizar la validez y fiabilidad del conocimiento generado. El desarrollo de hipótesis falsables, el requisito de que los datos sean reproducibles y la utilización de la revisión por pares podrían estar entre las más relevantes, y ayudan a distinguir un proceso científico de uno pseudocientífico. La naturaleza comunitaria y colaborativa de este enfoque refuerza aún más la objetividad de la ciencia, al garantizar la inclusión de diversas perspectivas y la responsabilidad compartida respecto a los resultados.

## ¿Qué tipo de conocimiento generamos?

El conocimiento científico formal puede englobar varias categorías, como los modelos representativos, las teorías explicativas y las leyes descriptivas. Dado que cada disciplina de las ciencias naturales tiene un objetivo distinto, el balance de sus contribuciones a cada una de esas categorías también difiere. Sin embargo, lo que es una constante es el reconocimiento de los supuestos, las excepciones y las limitaciones del conocimiento científico a la hora de proporcionar parámetros realistas para nuestra comprensión del mundo natural. Las afirmaciones presentadas como certezas se tratan con cautela, dados los cambios de paradigma que se han producido a lo largo de la historia de la ciencia.

## ¿Qué impacto tiene el conocimiento científico?

Además de la búsqueda del conocimiento por sí mismo, resulta útil considerar las interacciones de la ciencia con otras áreas de la sociedad. Aunque tradicionalmente los avances tecnológicos han provocado grandes progresos en el conocimiento científico, en los últimos tiempos puede que sea más habitual considerar a la ciencia como un motor del desarrollo tecnológico. Además, la ciencia también puede tener profundas repercusiones ambientales, políticas, sociales, culturales y económicas. Estas conexiones ilustran la importancia de los organismos científicos locales, nacionales e internacionales que interceden en la comprensión pública de la ciencia y aumentan la responsabilidad de los científicos y científicas a la hora de respetar los principios de integridad académica en sus investigaciones.

Tabla 1  
Aspectos de la naturaleza de la ciencia

| Aspectos                     | ¿Cómo se generan, prueban, comunican, evalúan y utilizan las afirmaciones de conocimiento científico? ¿Qué problemas surgen de estas acciones?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Observaciones</b>         | Los científicos y científicas actúan como observadores que examinan la Tierra y todo el resto del universo para obtener datos sobre los fenómenos naturales. Las observaciones se pueden realizar directamente con los sentidos humanos, o con la ayuda de instrumentos como los sensores electrónicos. Las observaciones inesperadas o no planificadas pueden abrir nuevos campos de investigación.                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Patrones y tendencias</b> | Los científicos y científicas analizan sus observaciones en busca de patrones o tendencias, y tratan de extraer conclusiones generales mediante el razonamiento inductivo. También buscan discrepancias. Los científicos y científicas clasifican los objetos mediante el reconocimiento de patrones. Una tendencia puede adoptar la forma de una correlación positiva o negativa entre variables. Las correlaciones pueden basarse en una relación causal, pero la correlación no implica causalidad.                                                                                                                    |
| <b>Hipótesis</b>             | Los científicos y científicas ofrecen explicaciones provisionales para los patrones que han observado en los fenómenos naturales. Estas hipótesis pueden ponerse a prueba con más observaciones o experimentos, para obtener indicios que las respalden o demostrar que son falsas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Experimentos</b>          | Los científicos y científicas diseñan y realizan experimentos para obtener datos con los que evaluar las hipótesis. La calidad de las pruebas experimentales depende de un control meticuloso de las variables y de la cantidad de datos generados. Los avances científicos a menudo llegan tras desarrollos tecnológicos que dan pie a nuevas técnicas experimentales. La creatividad y la imaginación desempeñan un papel en el diseño, la interpretación y las conclusiones de los experimentos.                                                                                                                       |
| <b>Medición</b>              | Las mediciones cuantitativas son más objetivas que las observaciones cualitativas, pero cualquier medición tiene una precisión y exactitud limitadas. Las mediciones se repiten para aumentar la fiabilidad de los datos. Los errores aleatorios debidos a diferencias desconocidas o impredecibles generan imprecisión e incertidumbre en las mediciones, mientras que los errores sistemáticos generan inexactitud.                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Modelos</b>               | Los científicos y científicas construyen modelos como representaciones artificiales de los fenómenos naturales. Esos modelos son útiles cuando la observación o experimentación directa es difícil. Los modelos son simplificaciones de sistemas complejos y pueden tratarse de representaciones físicas, diagramas abstractos, ecuaciones matemáticas o algoritmos. Todos los modelos presentan limitaciones que deben tenerse en cuenta al aplicarlos.                                                                                                                                                                  |
| <b>Pruebas</b>               | Los científicos y científicas adoptan una actitud escéptica ante las afirmaciones que se realizan y emplean pruebas para evaluarlas. Algunas afirmaciones no pueden ponerse a prueba por medio de indicios verificables, así que no pueden falsarse. En consecuencia, no son científicas. El conocimiento científico debe sustentarse en pruebas.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Teorías</b>               | Los científicos y científicas desarrollan explicaciones generales que pueden aplicarse en muchos ámbitos, sobre la base de patrones observados o hipótesis comprobadas. Es posible hacer predicciones a partir de estas teorías mediante el razonamiento deductivo. Si estas predicciones se ponen a prueba, pueden corroborar una teoría o mostrar que es falsa y hay que descartarla. Los cambios de paradigma tienen lugar cuando una nueva teoría reemplaza a otra antigua. El término <i>ley</i> a veces hace referencia a enunciados que permiten hacer predicciones sobre los fenómenos naturales sin explicarlos. |

| Aspectos                                    | ¿Cómo se generan, prueban, comunican, evalúan y utilizan las afirmaciones de conocimiento científico? ¿Qué problemas surgen de estas acciones?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Falsación</b>                            | Los científicos y científicas pueden utilizar pruebas para falsar una afirmación formulada a modo de hipótesis, teoría o modelo, pero no pueden demostrar con certeza que esa afirmación es verdadera. Por consiguiente, hay una incertidumbre inherente a todo conocimiento científico. No obstante, muchas teorías científicas quedan corroboradas por pruebas sólidas y permiten obtener predicciones y explicaciones. Los científicos y científicas deben mantener una mentalidad abierta con respecto a las pruebas nuevas.                                                                     |
| <b>La ciencia como actividad compartida</b> | Los científicos y científicas de las distintas regiones del mundo se comunican y colaboran. Las convenciones aceptadas y la terminología común les permiten comunicarse sin ambigüedades. La revisión por pares es esencial para verificar los métodos de investigación de las afirmaciones de conocimiento antes de que se publiquen en revistas científicas.                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Impacto global de la ciencia</b>         | Los científicos y científicas tienen la obligación de evaluar los riesgos asociados a su trabajo y deben tratar de no causar ningún daño. Los desarrollos científicos pueden tener consecuencias éticas, ambientales, políticas, sociales, culturales y económicas que deben considerarse durante la toma de decisiones. La actividad científica puede tener consecuencias involuntarias. Las propuestas de investigación a menudo se someten al juicio de comités de ética. Los científicos y científicas tienen la responsabilidad de comunicar sus hallazgos al público de forma clara y honesta. |

## ¿Cuál es la diferencia entre la naturaleza de la ciencia y Teoría del Conocimiento?

En contraste con la especificidad de la comprensión de la ciencia, el curso de TdC anima al alumnado a reflexionar de manera crítica sobre los conceptos en los que se basa la generación de conocimiento. Por ejemplo, la revisión por pares es una herramienta que contribuye a la objetividad de la investigación científica. A través del estudio de TdC, cada estudiante cuestiona las limitaciones del proceso de revisión por pares y extiende sus reflexiones a una evaluación de la objetividad en otras áreas de conocimiento.



# Naturaleza de la química

## ¿Cuál es el propósito de estudiar química?

La química, una de las tres ciencias naturales del Programa del Diploma (PD) del IB, se ocupa principalmente de identificar patrones que nos permiten explicar la materia a nivel microscópico. Esto, a su vez, nos permite predecir y controlar el comportamiento de la materia a nivel macroscópico. Así pues, la asignatura hace hincapié en el desarrollo de modelos representativos y teorías explicativas, los cuales se basan en gran medida en el pensamiento creativo pero racional. Dado que la naturaleza de la química se basa en la búsqueda de patrones, el desarrollo de reglas y principios generalizados también desempeña un papel importante en la generación de conocimiento, al igual que los enunciados concretos proporcionados por las leyes matemáticas.

## ¿Cómo se adquiere el conocimiento en química?

La química, cuyas raíces se hallan en la práctica de la alquimia, sigue haciendo especial hincapié en la experimentación. Sin embargo, con los avances tecnológicos, ahora su alcance se extiende más allá de los límites de los sentidos humanos a nivel macroscópico, hasta campos como la espectroscopía y los modelos moleculares por computadora. Las ideas procedentes de estas tecnologías a menudo requieren un análisis matemático exhaustivo antes de ser aceptadas como justificaciones válidas de las afirmaciones científicas. En todo su trabajo de investigación, los químicos y químicas deben moderar la confianza en sus descubrimientos teniendo en cuenta los posibles errores relacionados con la metodología o las limitaciones de los equipos de medición.

## ¿Qué impacto tiene la química?

Como se indica en la sección “Naturaleza de la ciencia”, la búsqueda del conocimiento científico no tiene lugar de manera aislada. En química, los avances en campos como el de los biocombustibles o la catálisis a menudo tienen efectos que van mucho más allá de los límites de la investigación académica. Por lo tanto, resulta esencial la comunicación honesta y clara a públicos ajenos al ámbito científico. La retractación por parte de Frances Arnold, premio nobel en química, de un artículo de investigación de 2019 debido a que los datos no eran reproducibles constituye un buen ejemplo de la adopción de esta responsabilidad ética.

## ¿Cómo se explora la naturaleza de la química?

El curso de Química del Programa del Diploma favorece la enseñanza por medio de:

- Enfoques del aprendizaje
- Naturaleza de la ciencia
- Habilidades en el estudio de Química

El curso de Química del Programa del Diploma favorece el aprendizaje de varias maneras.

- Ofrece un programa experimental equilibrado: se anima al alumnado a familiarizarse con las técnicas de experimentación tradicionales, así como con la aplicación de la tecnología siempre que sea posible. Estas oportunidades les ayudarán a desarrollar sus habilidades de investigación y a evaluar el efecto de los errores en la indagación científica.
- La investigación científica: esta hace especial hincapié en las habilidades basadas en la indagación y en la comunicación formal de los conocimientos científicos.

- El proyecto científico colectivo: este proyecto extiende el desarrollo de la comunicación científica a un contexto colaborativo e interdisciplinario que permite a los alumnos y alumnas trabajar juntos más allá de los límites de un determinado programa de estudios.

## Diferencias entre el NM y el NS

El alumnado del NM y del NS comparte lo siguiente:

- Una comprensión de la ciencia a través de un estimulante programa experimental
- La naturaleza de la ciencia como tema dominante
- El estudio de un programa de estudios basado en conceptos
- Un trabajo de evaluación interna, la investigación científica
- El proyecto científico colectivo

El curso del NM proporciona al alumnado una comprensión fundamental de la química y experiencia en las habilidades asociadas. El curso del NS requiere que cada estudiante aumente su conocimiento y comprensión de la asignatura, incluidas nuevas habilidades matemáticas, por lo que proporciona una base sólida para proseguir los estudios a nivel universitario.

Se recomienda dedicar 150 horas lectivas al curso de NM y 240 horas al del NS. Esta diferencia se refleja en el contenido adicional que se estudia en el NS. Parte del contenido del NS es más exigente a nivel conceptual y se explora en mayor profundidad. Por lo tanto, el NM y el NS se diferencian tanto en amplitud como en profundidad. El resultado de esta mayor amplitud y profundidad en el NS es un mayor conocimiento interconectado, que requiere hacer más conexiones entre distintas áreas del programa de estudios.

## Química y los componentes troncales

### Química y Teoría del Conocimiento

El curso de TdC desempeña un papel especial en el PD, ya que proporciona oportunidades de reflexionar sobre la naturaleza, el alcance y las limitaciones del conocimiento y el proceso de conocer a través de la exploración de preguntas de conocimiento.

Las áreas de conocimiento son ramas específicas del conocimiento, cada una de las cuales tiene su propia naturaleza y, en ocasiones, emplea métodos distintos para adquirir conocimientos. En TdC se exploran cinco áreas de conocimiento obligatorias: historia, ciencias humanas, ciencias naturales, matemáticas y artes.

Hay varias formas distintas de relacionar los aspectos del curso de Química con la exploración del conocimiento. Durante la enseñanza y el aprendizaje del curso, el profesorado y el alumnado evalúan afirmaciones de conocimiento valiéndose de preguntas sobre su validez, fiabilidad, credibilidad y certeza, así como de perspectivas individuales y culturales sobre ellas.

Explorar la relación que existe entre el conocimiento y los conceptos de TdC puede ayudar a los alumnos y alumnas a profundizar su comprensión y a establecer conexiones entre distintas disciplinas. Por ejemplo, cuando discutan el agotamiento de las fuentes de energía y la constante necesidad de nuevos recursos energéticos para satisfacer la demanda de energía, pueden explorar los conceptos de responsabilidad, poder y justificación.

Muchos aspectos del curso de Química se prestan a la exploración de preguntas de conocimiento. En la siguiente tabla se ofrecen algunos ejemplos.

Tabla 2

#### Ejemplos de preguntas de conocimiento

| Oportunidades de aprendizaje | Pregunta de conocimiento                                     |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Ecuaciones químicas          | ¿Todo conocimiento puede expresarse con palabras o símbolos? |

| Oportunidades de aprendizaje                           | Pregunta de conocimiento                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desarrollo de nuestra comprensión de la teoría atómica | ¿Cómo es posible que el conocimiento científico cambie a lo largo del tiempo?<br>¿Qué papel desempeñan los cambios de paradigma en la evolución del conocimiento científico? |
| Ácidos y bases o la tabla periódica                    | ¿En qué medida los sistemas de clasificación que utilizamos en la búsqueda del conocimiento influyen en las conclusiones a las que llegamos?                                 |
| Técnicas analíticas y espectroscópicas                 | ¿De qué manera las herramientas que utilizamos determinan el conocimiento que producimos?                                                                                    |
| Estructura del benceno y origen del modelo “de anillo” | ¿Qué papel desempeñan la imaginación y la intuición en la generación de hipótesis en las ciencias naturales?                                                                 |

Para más información, véanse la [Guía de Teoría del Conocimiento](#) y el [Material de ayuda al profesor de Teoría del Conocimiento](#).

## Química y la Monografía

Los alumnos y alumnas que eligen escribir una monografía de Química llevan a cabo una investigación independiente como parte de un estudio en profundidad de un tema bien delimitado. El tema de estudio puede surgir del curso de Química o estar relacionado con un área disciplinaria no incluida en el programa de estudios. Este estudio detallado contribuirá al desarrollo de habilidades de investigación, pensamiento, autogestión y comunicación que favorecerán el aprendizaje en el curso de Química y en estudios posteriores.

### Ejemplos de áreas para los temas de investigación:

- Química ambiental: eliminación de metales pesados o pesticidas del suelo o las fuentes de agua; medición de la cantidad y los efectos de la deposición ácida
- Química de los alimentos: investigación de la estabilidad de ciertos pigmentos o vitaminas y de la vida útil de ciertas moléculas en los alimentos
- Química de los materiales: evaluación de la durabilidad u otras propiedades químicas o físicas de compuestos, mezclas o metales

Cada estudiante y su supervisor deben asegurarse de que una monografía no constituye una repetición de otros trabajos presentados para obtener el diploma.

Para más información, véanse la [Guía de Monografía](#) y el [Material de ayuda al profesor de la Monografía](#).

## Química y Creatividad, Actividad y Servicio

El componente troncal Creatividad, Actividad y Servicio (CAS) proporciona al alumnado muchas oportunidades de vincular los conceptos y temas científicos con experiencias prácticas. El personal docente puede subrayar cómo el conocimiento y la comprensión desarrollados durante el curso pueden servir de base para experiencias significativas. Las experiencias de CAS fuera del aula también pueden avivar la pasión del alumnado por abordar temas en la clase de Química.

A continuación se indican algunos ejemplos de experiencias de CAS pertinentes:

- Organizar un club de ciencias para estudiantes de cursos inferiores
- Implementar iniciativas ambientales en el colegio o la comunidad local, como el reciclaje, el compostaje y los jardines en azoteas
- Organizar o participar en una campaña de difusión o promoción de una causa en las redes sociales, por ejemplo, relacionada con un problema ambiental o de salud

Las experiencias de CAS pueden ser un evento puntual o una serie de eventos. Es importante que las experiencias de CAS sean distintas de la evaluación de Química y no se presenten como parte de ella.

Para más información, véanse la [Guía de CAS](#) y el [Material de ayuda al profesor de CAS](#).

## Química y la mentalidad internacional

La ciencia ha sido, y continúa siendo, una actividad verdaderamente internacional. Desde los comienzos de la sismología en China, pasando por la ciencia de materiales en Mesopotamia y hasta la astronomía durante la edad de oro del islam, la búsqueda de una comprensión objetiva del mundo natural trasciende las limitaciones impuestas por las fronteras nacionales. El proceso científico, al requerir curiosidad, perspicacia y una mentalidad abierta, se beneficia de una participación lo más amplia posible, donde tengan cabida personas de distinto sexo y cultura sobre la base de la inclusividad y la diversidad.

Dada la naturaleza global de muchas cuestiones científicas, los organismos internacionales a menudo se centran en el compromiso de la ciencia con el público. La Organización Mundial de la Salud y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático son dos ejemplos muy conocidos que ilustran la responsabilidad de informar a las naciones sobre los avances científicos en condiciones equitativas. Esta responsabilidad se basa en el afán de promover un futuro pacífico y sostenible.

Los avances tecnológicos, junto con el costo de las instalaciones de investigación modernas, continúan reforzando la función de las colaboraciones internacionales. El proyecto del Instituto Unificado de Investigaciones Nucleares de Rusia y el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore de Estados Unidos que aportó pruebas de la existencia del elemento químico de número atómico 118, el oganesón, constituye un buen ejemplo de colaboración internacional.

La importancia de la colaboración en la ciencia contemporánea se refleja en el gran número de organizaciones internacionales que se dedican a recopilar datos y compartirlos con la comunidad científica. El acceso al conocimiento compartido a través de sitios web y bases de datos se debe integrar en la enseñanza en el aula, dado que desempeña un papel importante en la validación del trabajo experimental.

Además de integrar la tecnología y el trabajo colaborativo, el proyecto científico colectivo ofrece al alumnado una excelente oportunidad de abordar cuestiones globales.

Se anima al profesorado a considerar el uso de las preguntas planteadas en la sección “Enseñanza en contexto” del material de ayuda al profesor para permitir que sus estudiantes reflexionen sobre los lugares y las maneras en que la ciencia podría interactuar con la sociedad. Estas conversaciones también pueden plantear cuestiones éticas como las identificadas en el programa de estudios de TdC.

## Química y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

Cada recuadro proporciona un ejemplo del modo en que el alumnado y el profesorado pueden encarnar cada atributo del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB.

### Ejemplo de atributo

- Miembros de la comunidad de aprendizaje que mejor encarnan el atributo en relación con las ciencias
- Orientaciones para el profesorado respecto a posibles vías para desarrollar el atributo en el aula
- Maneras prácticas en las que el alumnado demuestra el atributo mientras “hace” ciencia

### Atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

#### Indagación

- Las personas indagadoras son curiosas, utilizan de manera activa las habilidades de investigación, trabajan de forma independiente y muestran entusiasmo por el mundo que les rodea.
- El personal docente facilita el desarrollo de habilidades y fomenta la indagación; da al alumnado oportunidades de hacer preguntas, buscar respuestas y experimentar.

#### Indagación

- El alumnado emplea sus habilidades de indagación para ampliar sus conocimientos científicos y realizar investigaciones.

#### Conocimiento

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje exploran conceptos, ideas y cuestiones relacionadas con la ciencia para ampliar y profundizar su comprensión de los conocimientos fácticos y procedimentales.
- El acceso a una variedad de recursos y oportunidades proporciona al alumnado agencia para desarrollar conocimiento y comprensión científicos.
- El alumnado aplica sus conocimientos a contextos desconocidos y establece conexiones entre conceptos y hechos para ilustrar su comprensión de la ciencia.

#### Razonamiento

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje tienen interés por resolver problemas complejos y reflexionar sobre sus estrategias de pensamiento.
- El personal docente crea oportunidades para que los alumnos y alumnas analicen de manera crítica sus enfoques y métodos, y obtengan una comprensión más profunda de la ciencia, lo que les permite ser creativos(as) a la hora de encontrar soluciones a problemas.
- Los alumnos y alumnas practican el razonamiento y el pensamiento crítico evaluando supuestos, formulando hipótesis, interpretando datos y extrayendo conclusiones a partir de los indicios suministrados.

#### Comunicación

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje colaboran eficazmente con otras personas y emplean una variedad de modos de comunicación para expresar sus ideas y opiniones.
- El personal docente fomenta el trabajo en grupo, los debates abiertos y el uso del lenguaje científico con objeto de proporcionar modelos para una comunicación eficaz.
- El alumnado demuestra habilidades de comunicación eficaces al escuchar a otras personas y compartir ideas cuando participan en actividades colaborativas.

#### Integridad

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje se responsabilizan de su trabajo, promueven valores compartidos y actúan de forma ética.
- El profesorado puede dar ejemplo de comportamiento íntegro; por ejemplo, reconociendo el trabajo de otras personas y citando las fuentes. El proyecto científico colectivo proporciona al alumnado oportunidades de adoptar una postura íntegra.
- Los alumnos y alumnas aprecian la importancia de la integridad en la obtención de datos y consideran todos los datos, incluso los que no concuerdan con su hipótesis original.

#### Mentalidad abierta

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje de mentalidad abierta aceptan que existen distintas perspectivas, modelos o hipótesis, y que pueden utilizarse para mejorar la comprensión científica.
- El profesorado puede proporcionar modelos que en su momento estaban respaldados por datos u observaciones, pero que pueden descartarse o perfeccionarse mediante el razonamiento, la deducción o la falsación.

**Mentalidad abierta**

- Los alumnos y alumnas deben estar preparados(as) para ver cómo el estudio de las ciencias pone en tela de juicio sus perspectivas e ideas.

**Solidaridad**

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje actúan para proteger el medio ambiente y mejorar las vidas de otras personas.
- El profesorado puede subrayar que las elecciones diarias tienen consecuencias. Para ello, pueden animar a sus estudiantes a adoptar prácticas sostenibles y brindar apoyo a sus compañeros(as). Se debe hacer referencia a las directrices de experimentación en Ciencias.
- Los alumnos y alumnas pueden conectar el contenido del currículo con desafíos globales como la atención sanitaria, el suministro de energía o la producción de alimentos. El proyecto científico colectivo ofrece al alumnado la oportunidad de apoyarse entre sí para lograr que su grupo alcance su objetivo de forma satisfactoria.

**Audacia**

- Las personas audaces buscan nuevas oportunidades para desarrollar su aprendizaje y exploran nuevos enfoques para resolver problemas. Se crecen ante los retos.
- El personal docente puede brindar apoyo y orientación a sus estudiantes, animándoles a explorar nuevas técnicas o métodos de aprendizaje. Entre ellos podrían estar los andamiajes para el uso del lenguaje, el diseño de experimentos y el análisis de datos. A medida que cada estudiante adquiere más confianza, esos apoyos se pueden ir retirando gradualmente con el fin de darle más libertad para elegir su propio enfoque.
- Los alumnos y alumnas deben estar preparados(as) para que el siguiente conjunto de datos experimentales refute sus ideas, dado que la incertidumbre es una característica de la ciencia. Entienden que eso representa un paso adelante en su comprensión.

**Equilibrio**

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje equilibrados contemplan de manera holística todos los aspectos de su desarrollo y se aseguran de prestar una atención adecuada a diversas tareas, sin centrarse en una en detrimento de las demás.
- El personal docente debe recomendar a sus estudiantes que adopten una perspectiva equilibrada y sin sesgos respecto a las cuestiones científicas.
- Los alumnos y alumnas deben organizar su propio tiempo de manera eficaz, concediéndose tiempo suficiente para completar todas las partes de su aprendizaje sin que eso afecte negativamente a los aspectos emocionales y sociales de sus vidas.

**Reflexión**

- Los miembros de la comunidad de aprendizaje reflexivos consideran cómo y por qué alcanzan el éxito, y también cómo podrían cambiar su enfoque cuando les resulta difícil aprender.
- El personal docente brinda oportunidades a sus estudiantes para que revisen continuamente sus estrategias, métodos, técnicas y enfoques de resolución de problemas, a fin de mejorar su comprensión de los conceptos científicos. Los criterios de evaluación o las listas de verificación pueden ayudar al alumnado a evaluar la calidad de su trabajo de manera guiada.
- Los alumnos y alumnas desarrollan habilidades y conceptos a lo largo del curso, e interconectan sus conocimientos al reflexionar continuamente sobre su comprensión.

# Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje de Química

## El marco de los enfoques del aprendizaje

### ¿Qué son las habilidades de los enfoques del aprendizaje y por qué las enseñamos?

El marco de los enfoques del aprendizaje busca que el alumnado desarrolle habilidades afectivas, cognitivas y metacognitivas que apoyarán sus procesos de aprendizaje durante su experiencia en el IB y después de ella. El desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje está estrechamente relacionado con los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB y, por lo tanto, contribuye a promover los principios del IB. Estas habilidades constituyen una parte fundamental del aprendizaje y la enseñanza del IB que debe desarrollarse durante todo el programa: no se espera que se aborden todas ellas en un solo curso.

### ¿Cómo se organizan?

El marco de los enfoques del aprendizaje para los programas del IB consta de cinco categorías generales de habilidades: habilidades de pensamiento, habilidades de comunicación, habilidades sociales, habilidades de investigación y habilidades de autogestión. Cada una de estas categorías abarca una amplia gama de habilidades, como muestran los ejemplos presentados en la siguiente tabla. Las categorías de las habilidades de los enfoques del aprendizaje están estrechamente vinculadas e interrelacionadas, de modo que cada habilidad puede ser pertinente a más de una categoría.

### ¿Cómo las enseñamos?

Las habilidades de los enfoques del aprendizaje pueden aprenderse y enseñarse, mejorarse con la práctica y desarrollarse de manera gradual. La siguiente tabla ilustra, mediante una serie de ejemplos, el modo en que el curso de Química puede contribuir al desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje. Los ejemplos que se muestran en la tabla no son exhaustivos. Se anima al profesorado a que los adapte para usarlos en el contexto de su colegio y a que identifique conjuntamente otros ejemplos relacionados con el desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje.

Puede encontrar más información sobre el marco de los enfoques del aprendizaje y las estrategias para desarrollar estas habilidades en el material de ayuda al profesor de Química y el [sitio web de los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje del Programa del Diploma](#).

Tabla 3

#### *Habilidades de los enfoques del aprendizaje y su desarrollo*

| Categoría de habilidades          | Ejemplos del desarrollo de las habilidades en el aula                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Habilidades de pensamiento</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tener curiosidad por el mundo natural</li> <li>Hacer preguntas y formular hipótesis basadas en una fundamentación científica razonable</li> <li>Diseñar procedimientos y modelos</li> <li>Reflexionar sobre la credibilidad de los resultados</li> <li>Proporcionar un argumento razonado para respaldar las conclusiones</li> <li>Evaluar y defender posiciones éticas</li> <li>Combinar diferentes ideas para generar una nueva comprensión</li> </ul> |

| Categoría de habilidades            | Ejemplos del desarrollo de las habilidades en el aula                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar ideas y hechos clave en nuevos contextos</li> <li>• Abordar y diseñar preguntas transversales</li> <li>• Experimentar con nuevas estrategias para el aprendizaje</li> <li>• Reflexionar en todas las etapas del ciclo de evaluación y aprendizaje</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Habilidades de comunicación</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practicar habilidades de escucha activa</li> <li>• Evaluar textos extensos en términos de pertinencia y estructura</li> <li>• Aplicar técnicas interpretativas a distintos tipos de medios</li> <li>• Reflexionar sobre las necesidades del público al crear presentaciones atractivas</li> <li>• Comunicar con claridad ideas complejas en respuesta a preguntas abiertas</li> <li>• Utilizar medios digitales para comunicar información</li> <li>• Emplear la terminología, los símbolos y las convenciones comunicativas de forma sistemática y correcta</li> <li>• Presentar los datos de manera apropiada</li> <li>• Hacer críticas constructivas de manera apropiada</li> </ul> |
| <b>Habilidades sociales</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar de forma colaborativa para alcanzar un objetivo común</li> <li>• Asignar y aceptar funciones específicas durante las actividades en grupo</li> <li>• Apreciar los diversos talentos y necesidades de otras personas</li> <li>• Resolver conflictos durante el trabajo colaborativo</li> <li>• Buscar activamente y considerar las perspectivas de otras personas</li> <li>• Reflexionar sobre el impacto del comportamiento o los comentarios propios en otras personas</li> <li>• Evaluar de manera constructiva la contribución de los compañeros(as)</li> </ul>                                                                                                            |
| <b>Habilidades de investigación</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la exactitud, el sesgo, la credibilidad y la pertinencia de las fuentes de información</li> <li>• Discutir explícitamente la importancia de la integridad académica y de citar debidamente las ideas de otras personas</li> <li>• Utilizar un único método estándar para presentar las citas y referencias bibliográficas</li> <li>• Comparar, contrastar y validar información</li> <li>• Utilizar los motores de búsqueda y las bibliotecas de manera eficaz</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Habilidades de autogestión</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dividir las tareas grandes en una serie de etapas</li> <li>• Ser puntual y cumplir con los plazos</li> <li>• Asumir riesgos y considerar los contratiempos como oportunidades de crecimiento</li> <li>• Evitar las distracciones innecesarias</li> <li>• Redactar, revisar y mejorar trabajos académicos</li> <li>• Establecer objetivos de aprendizaje y ajustarlos en respuesta a la experiencia</li> <li>• Buscar comentarios y actuar en consecuencia</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |



## Programa experimental

El aprendizaje que tiene lugar a través de la indagación científica en el aula o el laboratorio constituye una parte esencial de la experiencia del alumno(a) en un curso de Química. La experimentación, en una variedad de formas, se puede usar para presentar un tema, abordar un fenómeno o permitir que el alumnado considere y examine preguntas y curiosidades reales.

El programa experimental del colegio debe permitir al alumnado experimentar toda la amplitud y profundidad del curso, desarrollar habilidades científicas y demostrar la utilización segura, competente y metódica de una variedad de herramientas, técnicas y equipos. Por lo tanto, se debe animar a los alumnos y alumnas a desarrollar investigaciones que contribuyan a su aprendizaje por medio de la indagación abierta, y centradas en los experimentos de laboratorio, las bases de datos, las simulaciones y la modelización.

## Aprendizaje conceptual

Se recomienda emplear la enseñanza y el aprendizaje basados en conceptos en el continuo de programas del IB.

Los conceptos son representaciones mentales de categorías. El alumno(a) los construye, modifica y activa a través de las experiencias de aprendizaje. Los conceptos no existen de manera aislada, sino que están interrelacionados. La comprensión conceptual siempre es un trabajo en curso: se está desarrollando y refinando continuamente.

Por lo tanto, la comprensión conceptual es el resultado de un proceso permanente y no lineal de evolución de la comprensión, adaptación de los conocimientos previos, e identificación y eliminación de errores conceptuales. Consiste en establecer conexiones entre el conocimiento previo y el nuevo, a fin de tomar conciencia de esta red de conocimiento.

Los conceptos presentan distintos niveles de abstracción y universalidad.

- Pueden ser ideas organizadoras que resultan aplicables en muchos contextos y son pertinentes tanto en cada área disciplinaria como entre ellas.
- Pueden proporcionar una comprensión profunda de campos de conocimiento concretos y ayudan a seguir organizando el conocimiento, además de revelar conexiones entre distintas áreas de la asignatura.

Por ejemplo, considere la siguiente secuencia de tres conceptos, que muestra el enfoque más específico que va teniendo cada uno de ellos:

Cambio > Reactividad > Teoría de las colisiones

En otras palabras, la teoría de las colisiones es un componente para comprender la reactividad química, que a su vez ayuda a desarrollar una comprensión del cambio en química. Se podría ampliar la secuencia para examinar conceptos como partícula, colisión y reacción, que proporcionan una base para entender la teoría de las colisiones.

## Resultados de un enfoque basado en conceptos

El resultado de un enfoque basado en conceptos que fomenta el pensamiento crítico es que el alumnado es capaz de:

- Identificar ejemplos de un concepto
- Organizar su red de conocimiento, reflexionar sobre ella, modificarla y ampliarla
- Aplicar conceptos al conocimiento existente y futuro
- Aplicar su comprensión conceptual como una herramienta de pensamiento científico para predecir resultados, justificar conclusiones y evaluar afirmaciones de conocimiento

## Estructura del programa de estudios y comprensión conceptual

La estructura de este programa de estudios de Química pretende fomentar la enseñanza y el aprendizaje basados en conceptos.

Hay dos conceptos organizativos en la hoja de ruta de Química: **estructura** y **reactividad**. Cada uno de estos conceptos se subdivide en temas y subtemas, todos ellos conectados por la idea de que la estructura determina la reactividad, que a su vez transforma la estructura.

Cada uno de los 22 subtemas está encabezado por una pregunta de orientación que da una idea del material que se abarca. El propósito de estas preguntas de orientación es fomentar la indagación, por lo que no son sencillas y lo mejor es contestarlas una vez que se han adquirido los conocimientos asociados. Se anima al profesorado y al alumnado a que creen sus propias preguntas de orientación para reflejar el contenido de las unidades de estudio.

A lo largo de esta guía, se asocian varias preguntas transversales con conocimientos. Las preguntas transversales pretenden fomentar las habilidades en el estudio de Química y subrayan los vínculos entre los conocimientos del curso, animando a los alumnos y alumnas a examinar un conocimiento desde una perspectiva distinta, surgida en una parte diferente del curso. Están diseñadas para facilitar estas relaciones y su resultado ideal es la promoción de una comprensión muy interconectada de la química.

Por ejemplo, la tendencia de la reactividad a medida que bajamos en el grupo uno de la tabla periódica está conectada con varias partes del curso: ilustra la organización de los elementos en la tabla periódica, puede explicarse a partir de las energías de ionización, guarda relación con la configuración electrónica y ejemplifica la tendencia de los metales a oxidarse. Las preguntas transversales presentes en la guía no son exhaustivas. Es posible que el alumnado y el profesorado encuentren otras conexiones entre conocimientos y conceptos en el programa de estudios, y que eso los lleve a crear sus propias preguntas transversales.

## Enseñanza de la química en contexto

El estudio de la química permite abordar de manera constructiva las cuestiones científicas de actualidad. Al contextualizar los conceptos químicos, es posible evaluar de manera más eficaz las afirmaciones de conocimiento científico y tomar decisiones fundamentadas sobre cuestiones como la salud humana y el medio ambiente. La investigación en química ha traído innovaciones y beneficios a muchos campos, y continúa ocupando un lugar central en la búsqueda de soluciones eficaces a muchos retos globales. Por lo tanto, es importante explorar las aplicaciones de la química en nuestro mundo durante la enseñanza del curso para despertar interés, comprensión y curiosidad.

Impartir el contenido del curso en relación con contextos específicos apoya el principio pedagógico de la enseñanza desarrollada en contextos locales y globales como parte del marco de enfoques de la enseñanza, y ofrece una serie de ventajas. Primero, ayuda al alumnado a relacionar su aprendizaje con aplicaciones reales de la química, al subrayar la importancia en las cuestiones globales, así como en sus contextos personales. Segundo, sirve para desarrollar una apreciación de la interacción entre las soluciones científicas y sus repercusiones, ya sean éticas, ambientales o económicas. Tercero, ayuda a ilustrar algunos de los aspectos de la naturaleza de la ciencia en los que se basa el curso.

El material de ayuda al profesor de Química destaca posibles áreas que se podrían tratar a lo largo del curso y que podrían aportar contexto en algunos temas para estimular la aplicación de las ideas y las habilidades de resolución de problemas. La consideración de estas y otras áreas relacionadas puede contribuir a proporcionar ideas para la investigación científica, el proyecto científico colectivo, la exposición de TdC, CAS o una monografía de Química o de Estudios del Mundo Contemporáneo.

## Tratamiento de temas delicados

Se anima al alumnado y al profesorado a abordar temas y cuestiones interesantes, estimulantes y que les resultan pertinentes en el ámbito personal. Estos temas a veces pueden resultar delicados o difíciles para algunos alumnos y alumnas debido a sus circunstancias personales. El equipo docente debe ser consciente de esto y proporcionar orientación al alumnado sobre cómo abordarlos de manera responsable. Deben tenerse en cuenta los valores personales, políticos y espirituales de otras personas.

## Conocimientos previos

La experiencia ha demostrado que los alumnos y alumnas sin estudios ni conocimientos previos sobre ciencias serán capaces de cursar con éxito Química 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, y aunque no se pretende restringir el acceso a la asignatura, los alumnos y alumnas que se planteen cursar Química en el NS deberán contar con cierta experiencia anterior en educación científica formal. No se especifican temas concretos, aunque quienes hayan cursado el Programa de los Años Intermedios (PAI) o hayan realizado estudios afines con orientación científica o un curso de ciencias en el colegio tendrán una preparación suficiente para una asignatura del NS.

## Vínculos con el Programa de los Años Intermedios

Los cursos de Ciencias del PAI buscan fomentar las habilidades y actitudes necesarias para aplicar el conocimiento científico en contextos teóricos, experimentales y reales. Establecen una base sólida para Ciencias del PD, donde el alumnado aprovechará y continuará mejorando sus habilidades y actitudes a fin de desarrollar un conocimiento y una comprensión acordes con las ciencias de nivel preuniversitario.

El PAI ofrece un marco para el aprendizaje y la enseñanza, a la vez que mantiene flexibilidad respecto al contenido del currículo. En consecuencia, el contenido de los cursos de Ciencias del PAI puede variar mucho de un colegio a otro. El contenido de los cursos de Ciencias del PD está más prescrito, y esta es una de las principales diferencias que advertirá el profesorado al comparar los dos programas.

El principio pedagógico en el que se basan ambos programas y todo el continuo de programas del IB es el de un currículo cohesivo y conceptual, con un aprendizaje basado en la indagación y contextualizado (Bachillerato Internacional, 2019).

El aprendizaje conceptual se centra en organizar las ideas y sus interconexiones. En los programas del IB se recomienda un enfoque conceptual porque fomenta un aprendizaje profundo y facilita la construcción de nuevos conocimientos. La comprensión conceptual contribuye a la aplicación de conocimientos en contextos nuevos y desconocidos. Esta habilidad está reflejada en los objetivos generales y de evaluación de ambos programas.

Los conceptos amplios enmarcan el aprendizaje y la enseñanza en el PAI, con el propósito de unificar las ideas de distintas áreas disciplinarias. Los conceptos relacionados específicos de la disciplina pretenden aportar profundidad disciplinaria (Bachillerato Internacional, 2014). Los conceptos clave y relacionados no son necesarios en el PD, si bien buena parte del personal docente podría descubrir que quiere continuar desarrollando el currículo en torno a ellos. En Ciencias del PD, los conceptos generales se manifiestan en las hojas de ruta del curso y en el tema de la naturaleza de la ciencia. Se busca subrayar la interconexión de los conocimientos de los cursos. La intención es promover la comprensión conceptual y continuar la construcción de las redes de conocimiento del alumnado.

La enseñanza en el PAI y en el PD conlleva enfoques basados en la indagación, que fomentan una elevada participación, colaboración e interacción del alumnado. Las habilidades de indagación, diseño, experimentación, análisis, evaluación y comunicación recomendadas en los criterios B y C les resultarán útiles a los alumnos y alumnas mientras se preparan para llevar a cabo la investigación científica para la evaluación interna. Además, el alumnado del PAI se familiarizará con la evaluación basada en criterios y el uso de criterios de evaluación, lo que le ayudará a comprender los criterios de evaluación interna de Ciencias del PD.

Los programas del IB fomentan la exploración de los principios científicos en relación con contextos locales y globales. Esto ayuda al alumnado a cimentar conceptos abstractos en situaciones reales más concretas, locales y globales, así como a cultivar la mentalidad internacional (véase la sección “Enfoques de la enseñanza” del [sitio web de enfoques de la enseñanza y el aprendizaje del PD](#)). Por lo tanto, el equipo docente debe intercalar en el currículo oportunidades para la contextualización. El criterio D de Ciencias del PAI analiza la aplicación de la ciencia al mundo real. En el PD, se recomienda al profesorado de Ciencias que afiance a menudo su enseñanza en las aplicaciones del mundo real a las que se hace referencia a lo largo del programa.

Además de equipar al alumnado con conocimientos y habilidades científicas, los cursos de Ciencias del PAI y del PD comparten unos principios directores similares, que buscan el desarrollo de los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB.

## Vínculos con el Programa de Orientación Profesional

El alumnado del Programa de Orientación Profesional (POP) estudia, al menos, dos asignaturas del PD, un tronco común con cuatro componentes y un programa de estudios de formación profesional, cuya composición está determinada por el contexto local y es coherente con las necesidades de los alumnos. El POP se ha concebido para añadir valor a los estudios de formación profesional de cada estudiante. Esto proporciona el contexto para la elección de los cursos del Programa del Diploma. El curso de Química puede ayudar al alumnado del POP que tenga previsto desarrollar su carrera en diversos campos profesionales donde, por ejemplo, sea importante tener una sólida comprensión de las ciencias y habilidades matemáticas. Esos campos incluyen la atención sanitaria, las industrias manufactureras y tecnológicas, y las ingenierías. La química ayuda al alumnado a comprender la ciencia en la que se basa el mundo contemporáneo, pero también fomenta el desarrollo de habilidades sólidas de resolución de problemas, del pensamiento crítico y de enfoques éticos que le resultarán útiles en el mercado laboral global.

## El proyecto científico colectivo

El proyecto científico colectivo es un proyecto interdisciplinario de Ciencias que representa un valioso reto para el alumnado del PD y el POP, al abordar problemas del mundo real que se pueden explorar mediante las ciencias. La naturaleza del reto debería permitir que integren los conocimientos fácticos, procedimentales y conceptuales adquiridos durante el estudio de sus disciplinas.

Mediante la identificación e investigación de cuestiones complejas, los alumnos y alumnas pueden desarrollar una comprensión del modo en que los sistemas, mecanismos y procesos interrelacionados influyen en un problema. A continuación, aplicarán su comprensión colectiva al desarrollo de estrategias centradas en soluciones que aborden la cuestión. Cada estudiante evaluará la complejidad inherente a la resolución de problemas del mundo real y reflexionará sobre ella desde una perspectiva crítica.

Los alumnos y alumnas desarrollarán una comprensión del alcance de la interconexión global entre las comunidades regionales, nacionales y locales, y eso les capacitará para convertirse en ciudadanos del mundo activos e implicados. Al abordar cuestiones locales y globales, el alumnado comprenderá que las cuestiones de hoy en día trascienden las fronteras nacionales y solo pueden resolverse mediante la acción colectiva y la cooperación internacional.

El proyecto científico colectivo contribuye a que el alumnado desarrolle habilidades de los enfoques del aprendizaje, como las relacionadas con el trabajo en equipo, la negociación y el liderazgo. Además, les permite apreciar las repercusiones ambientales, sociales y éticas de la ciencia y la tecnología.

Toda la información sobre los requisitos se presenta en la guía del proyecto científico colectivo.

## Objetivos generales

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

1. Desarrollar una comprensión conceptual que permita establecer conexiones entre distintas áreas de la asignatura y con otras asignaturas de Ciencias del PD
2. Adquirir y aplicar un conjunto de conocimientos, métodos, herramientas y técnicas que caracterizan a la ciencia
3. Desarrollar la capacidad de analizar, evaluar y sintetizar la información y las afirmaciones científicas
4. Desarrollar la capacidad de abordar situaciones desconocidas con creatividad y resiliencia
5. Diseñar y crear modelos de soluciones a problemas locales y globales en un contexto científico
6. Aprender a apreciar las posibilidades y limitaciones de la ciencia
7. Desarrollar habilidades relacionadas con las tecnologías en un contexto científico
8. Desarrollar la capacidad de comunicarse y colaborar de manera eficaz
9. Tomar conciencia sobre el impacto ético, ambiental, económico, cultural y social de la ciencia

## Objetivos de evaluación

Los objetivos de evaluación de Química reflejan aquellos aspectos de los objetivos generales que se evaluarán de manera formal interna o externamente. El propósito de estos cursos es que el alumnado alcance los siguientes objetivos de evaluación:

1. Demostrar conocimiento de:
  - a. Terminología, hechos y conceptos
  - b. Habilidades, técnicas y metodologías
2. Comprender y aplicar conocimientos de:
  - a. Terminología y conceptos
  - b. Habilidades, técnicas y metodologías
3. Analizar, evaluar y sintetizar:
  - a. Procedimientos experimentales
  - b. Datos primarios y secundarios
  - c. Tendencias, patrones y predicciones
4. Demostrar la aplicación de las habilidades necesarias para llevar a cabo investigaciones perspicaces y éticas

## Los objetivos de evaluación en la práctica

Las evaluaciones reflejan los objetivos generales, los objetivos de evaluación y el enfoque conceptual del curso; también se evalúan la naturaleza de la ciencia y las habilidades específicas de la asignatura. Esto permite que los alumnos y alumnas demuestren de manera eficaz el aprendizaje a través de diversas tareas que los educadores y expertos del área disciplinaria corrigen o moderan con fiabilidad y precisión.

| Objetivo de evaluación (OE)                                                                                               | ¿En qué componente se evalúa este objetivo?      | ¿Cómo se evalúa al alumnado en relación con este objetivo?                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OE1:</b> Demostrar conocimiento                                                                                        | Prueba 1<br>Prueba 2<br>Investigación científica | Los alumnos y alumnas responden una variedad de preguntas de opción múltiple, de respuesta corta y de respuesta larga.<br><br>Los alumnos y alumnas investigan y responden una pregunta de investigación propia.                   |
| <b>OE2:</b> Comprender y aplicar conocimientos                                                                            | Prueba 1<br>Prueba 2<br>Investigación científica | Los alumnos y alumnas responden una variedad de preguntas basadas en datos, de opción múltiple, de respuesta corta y de respuesta larga.<br><br>Los alumnos y alumnas investigan y responden una pregunta de investigación propia. |
| <b>OE3:</b> Analizar, evaluar y sintetizar                                                                                | Prueba 1<br>Prueba 2<br>Investigación científica | Los alumnos y alumnas responden una variedad de preguntas basadas en datos, de opción múltiple, de respuesta corta y de respuesta larga.<br><br>Los alumnos y alumnas investigan y responden una pregunta de investigación propia. |
| <b>OE4:</b> Demostrar la aplicación de las habilidades necesarias para llevar a cabo investigaciones perspicaces y éticas | Investigación científica                         | Los alumnos y alumnas investigan y responden una pregunta de investigación propia.                                                                                                                                                 |

| Componente         | Porcentaje aproximado de los objetivos de evaluación (%) |     |
|--------------------|----------------------------------------------------------|-----|
|                    | OE1 + OE2                                                | OE3 |
| Prueba 1           | 50                                                       | 50  |
| Prueba 2           | 50                                                       | 50  |
| Evaluación interna | Aborda los objetivos de evaluación 1, 2, 3 y 4           |     |



## Resumen del programa de estudios

| Componente del programa de estudios                              | Horas lectivas |            |
|------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
|                                                                  | NM             | NS         |
| <b>Contenido del programa de estudios</b>                        | <b>110</b>     | <b>180</b> |
| Estructura 1. Modelos de la naturaleza corpuscular de la materia | 17             | 21         |
| Estructura 2. Modelos de enlace y estructura                     | 20             | 30         |
| Estructura 3. Clasificación de la materia                        | 16             | 31         |
| Reactividad 1. ¿Qué impulsa las reacciones químicas?             | 12             | 22         |
| Reactividad 2. Cantidad, velocidad y alcance                     | 21             | 31         |
| Reactividad 3. ¿Cuáles son los mecanismos del cambio químico?    | 24             | 45         |
| <b>Programa experimental</b>                                     | <b>40</b>      | <b>60</b>  |
| Trabajo práctico                                                 | 20             | 40         |
| El proyecto científico colectivo                                 | 10             | 10         |
| Investigación científica                                         | 10             | 10         |
| <b>Total de horas lectivas</b>                                   | <b>150</b>     | <b>240</b> |

Se recomienda impartir 150 horas lectivas para completar los cursos del NM y 240 horas lectivas para completar los cursos del NS, tal como se indica en el reglamento general de los *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma*.

# Hoja de ruta del programa de estudios

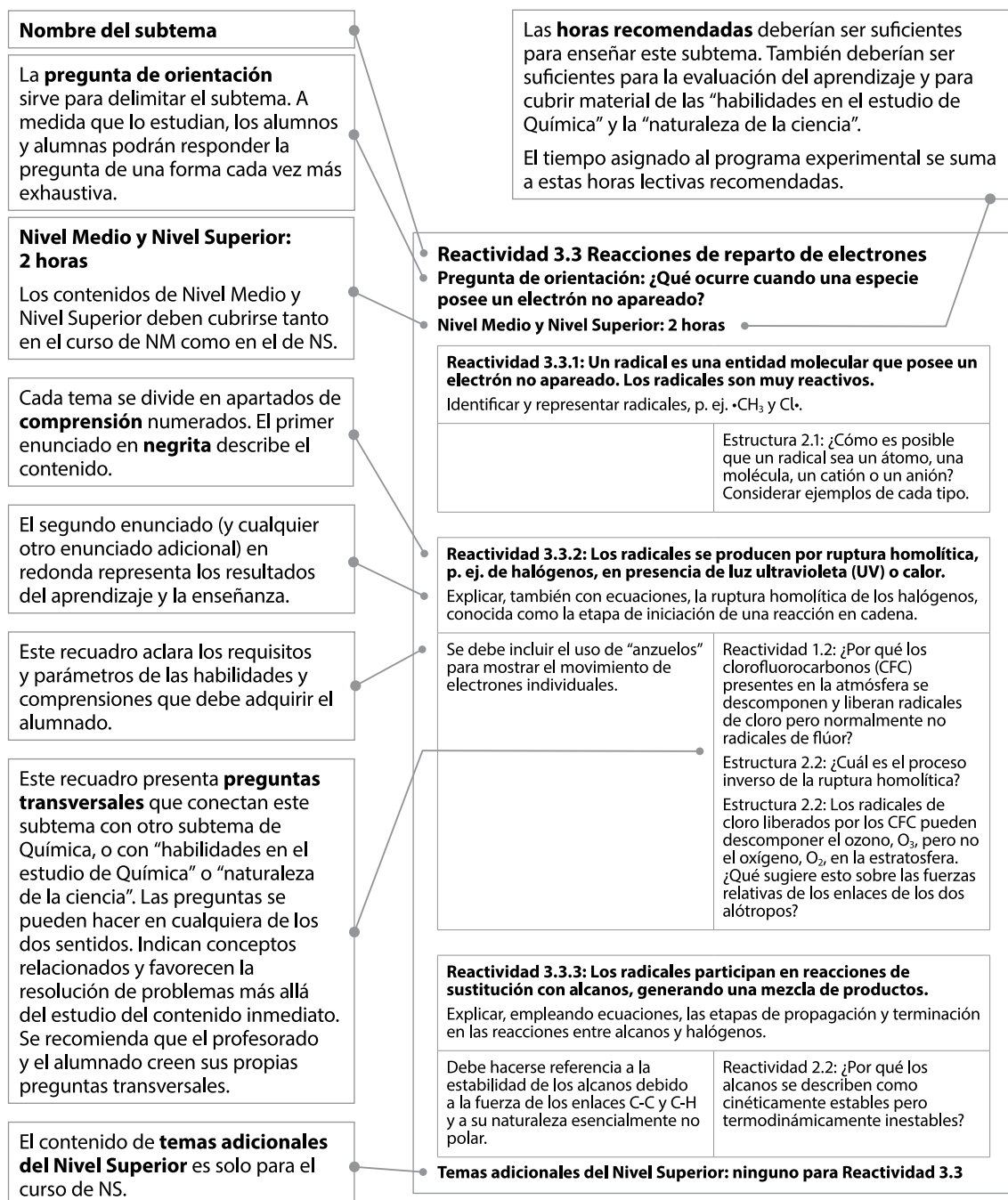
El objetivo del programa de estudios es integrar los conceptos, el contenido de los temas y la naturaleza de la ciencia a través de la indagación. Se anima al alumnado y al profesorado a personalizar su enfoque del programa de estudios para que se adapte a sus circunstancias e intereses.

Tabla 4

## Hoja de ruta de Química a través de la estructura y la reactividad

| Habilidades en el estudio de Química                                                                       |                                                                              |                                                                                |                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Estructura                                                                                                 |                                                                              | Reactividad                                                                    |                                                              |
| La estructura se refiere a la naturaleza de la materia, desde las formas simples hasta otras más complejas |                                                                              | La reactividad se refiere a cómo y por qué ocurren las reacciones químicas     |                                                              |
| La estructura determina la reactividad, que a su vez transforma la estructura                              |                                                                              |                                                                                |                                                              |
| <b>Estructura 1.</b><br><b>Modelos de la naturaleza corpuscular de la materia</b>                          | Estructura 1.1 Introducción a la naturaleza corpuscular de la materia        | <b>Reactividad 1.</b><br><b>¿Qué impulsa las reacciones químicas?</b>          | Reactividad 1.1 Medición de variaciones de entalpía          |
|                                                                                                            | Estructura 1.2 El átomo nuclear                                              |                                                                                | Reactividad 1.2 Ciclos de energía en las reacciones          |
|                                                                                                            | Estructura 1.3 Configuraciones electrónicas                                  |                                                                                |                                                              |
|                                                                                                            | Estructura 1.4 Recuento de partículas a partir de la masa: el mol            |                                                                                | Reactividad 1.3 Energía de combustibles                      |
|                                                                                                            | Estructura 1.5 Gases ideales                                                 |                                                                                | Reactividad 1.4 Entropía y espontaneidad (TANS)              |
| <b>Estructura 2.</b><br><b>Modelos de enlace y estructura</b>                                              | Estructura 2.1 El modelo iónico                                              | <b>Reactividad 2.</b><br><b>Cantidad, velocidad y alcance</b>                  | Reactividad 2.1 La cantidad de cambio químico                |
|                                                                                                            | Estructura 2.2 El modelo covalente                                           |                                                                                | Reactividad 2.2 La velocidad del cambio químico              |
|                                                                                                            | Estructura 2.3 El modelo metálico                                            |                                                                                | Reactividad 2.3 El alcance del cambio químico                |
|                                                                                                            | Estructura 2.4 De los modelos a los materiales                               |                                                                                |                                                              |
| <b>Estructura 3.</b><br><b>Clasificación de la materia</b>                                                 | Estructura 3.1 La tabla periódica: clasificación de los elementos            | <b>Reactividad 3.</b><br><b>¿Cuáles son los mecanismos del cambio químico?</b> | Reactividad 3.1 Reacciones de transferencia de protones      |
|                                                                                                            | Estructura 3.2 Grupos funcionales: clasificación de los compuestos orgánicos |                                                                                | Reactividad 3.2 Reacciones de transferencia de electrones    |
|                                                                                                            |                                                                              |                                                                                | Reactividad 3.3 Reacciones de reparto de electrones          |
|                                                                                                            |                                                                              |                                                                                | Reactividad 3.4 Reacciones de reparto de pares de electrones |

# Formato del programa de estudios



## Habilidades en el estudio de Química

Estas herramientas contienen las habilidades y técnicas con las que los alumnos y alumnas deben experimentar a lo largo del curso. Contribuyen a la aplicación y el desarrollo del proceso de indagación en la enseñanza de un curso de Química.

### Herramientas

- **Herramienta 1:** Técnicas experimentales
- **Herramienta 2:** Tecnología
- **Herramienta 3:** Matemáticas

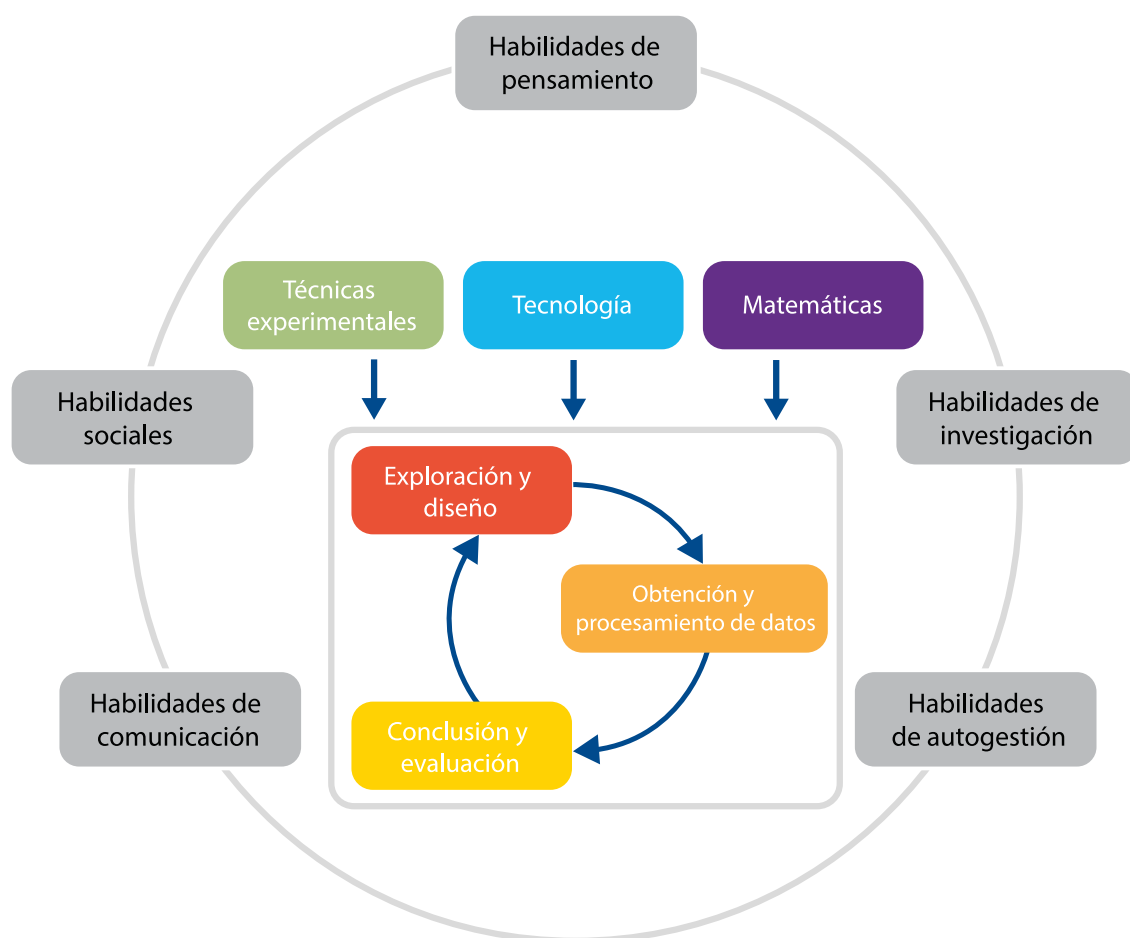
### Proceso de indagación

- **Indagación 1:** Exploración y diseño
- **Indagación 2:** Obtención y procesamiento de datos
- **Indagación 3:** Conclusión y evaluación

Se recomienda al profesorado que proporcione a sus estudiantes oportunidades de adquirir y practicar las habilidades a lo largo del programa. En vez de enseñarse como temas independientes, deben integrarse en la enseñanza del programa de estudios cuando sean pertinentes a los temas del programa que se estén tratando. Las habilidades en el estudio de Química pueden examinarse mediante evaluaciones internas y externas.

Los enfoques del aprendizaje proporcionan el marco para el desarrollo de estas habilidades.

Figura 2  
Habilidades de Química



## Herramientas

### Herramienta 1: Técnicas experimentales

| Habilidad                                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abordar la seguridad propia, de otras personas y del medio ambiente | Reconocer y abordar las cuestiones de seguridad, éticas o ambientales pertinentes en una investigación                                                                                                                                                             |
| Medición de variables                                               | <p>Comprender cómo medir las siguientes magnitudes con un nivel de precisión apropiado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masa</li> <li>• Volumen</li> <li>• Tiempo</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Longitud</li> <li>• pH de una solución</li> </ul> |

| Habilidad              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Corriente eléctrica</li> <li>Diferencia de potencial eléctrico</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Aplicación de técnicas | <p>Mostrar que se conoce el propósito y la práctica de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de una solución estándar</li> <li>Realización de diluciones</li> <li>Secado hasta masa constante</li> <li>Destilación y reflujo</li> <li>Cromatografía en papel o en capa delgada</li> <li>Separación de mezclas</li> <li>Calorimetría</li> <li>Titulaciones ácido-base y redox</li> <li>Celdas electroquímicas</li> <li>Colorimetría o espectrofotometría</li> <li>Modelos moleculares físicos y digitales</li> <li>Recristalización</li> <li>Determinación del punto de fusión</li> </ul> |

## Herramienta 2: Tecnología

| Habilidad                                 | Descripción                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aplicar la tecnología para obtener datos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar sensores</li> <li>Identificar y extraer datos de una base de datos</li> <li>Generar datos a partir de modelos y simulaciones</li> </ul> |
| Aplicar la tecnología para procesar datos | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar hojas de cálculo para manipular datos</li> <li>Representar datos de forma gráfica</li> <li>Utilizar modelos por computadora</li> </ul>  |

## Herramienta 3: Matemáticas

| Habilidad                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aplicar matemáticas generales | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar cálculos aritméticos y algebraicos básicos para resolver problemas</li> <li>Realizar cálculos con decimales, fracciones, porcentajes, razones, recíprocas y potencias</li> <li>Realizar cálculos con funciones logarítmicas</li> <li>Realizar cálculos con funciones exponenciales (NS)</li> <li>Determinar razones de cambio a partir de datos tabulados</li> <li>Calcular media y rango</li> <li>Utilizar e interpretar la notación científica (por ejemplo <math>3,5 \times 10^6</math>)</li> <li>Utilizar aproximaciones y estimaciones</li> <li>Reconocer cuándo pueden ignorarse algunos efectos y por qué resulta útil</li> </ul> |

| Habilidad                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar y citar valores redondeando al orden de magnitud más próximo</li> <li>• Comprender la proporcionalidad directa e inversa, así como las correlaciones positivas y negativas entre variables</li> <li>• Calcular e interpretar el cambio porcentual y la diferencia porcentual</li> <li>• Calcular e interpretar el porcentaje de error y la incertidumbre porcentual</li> <li>• Distinguir entre variables discretas y continuas</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Usar unidades, símbolos y valores numéricos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar y utilizar los prefijos y las unidades del Sistema Internacional de Unidades (unidades del SI)</li> <li>• Identificar y utilizar los símbolos indicados en la guía y el cuadernillo de datos</li> <li>• Expresar cantidades e incertidumbres con un número apropiado de cifras significativas o cifras decimales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Procesar incertidumbres                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la importancia de las incertidumbres en los datos brutos y procesados</li> <li>• Registrar las incertidumbres de las mediciones en forma de rango (<math>\pm</math>) hasta un nivel de precisión adecuado</li> <li>• Propagar las incertidumbres en los datos procesados, en cálculos con sumas, restas, multiplicaciones, divisiones y (NS) potencias</li> <li>• Expresar la incertidumbre —absoluta, fraccionaria (relativa), porcentual— de las mediciones y de los datos procesados con un número de cifras decimales o un nivel de precisión apropiados</li> <li>• Aplicar el coeficiente de determinación (<math>R^2</math>) para evaluar el ajuste de una línea de tendencia o una curva</li> </ul>                                                                                              |
| Elaborar gráficos                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dibujar aproximadamente gráficos, con ejes rotulados pero no escalados, para describir tendencias de manera cualitativa</li> <li>• Elaborar e interpretar tablas, diagramas y gráficos para los datos brutos y procesados, incluidos histogramas y gráficos de barras, de dispersión, y de líneas y curvas</li> <li>• Dibujar gráficos lineales y no lineales que muestren la relación entre dos variables con escalas y ejes apropiados</li> <li>• Dibujar con precisión rectas o curvas de ajuste óptimo</li> <li>• Interpretar características de los gráficos, como la pendiente, los cambios de pendiente, los puntos de corte con los ejes, los máximos y mínimos, y las áreas</li> <li>• Dibujar con precisión e interpretar barras de incertidumbre</li> <li>• Extrapolar e interpolar gráficos</li> </ul> |

## Proceso de indagación

### Indagación 1: Exploración y diseño

| Habilidad                | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exploración              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar pensamiento independiente, iniciativa y perspicacia</li> <li>• Consultar una variedad de fuentes</li> <li>• Seleccionar suficientes fuentes de información que sean pertinentes</li> <li>• Formular preguntas de investigación e hipótesis</li> <li>• Indicar y explicar predicciones utilizando la comprensión científica</li> </ul>                                                                                                                                                    |
| Diseño                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar creatividad en el diseño, la implementación y la presentación de la investigación</li> <li>• Desarrollar investigaciones en las que se empleen experimentos prácticos de laboratorio, bases de datos, simulaciones y modelos</li> <li>• Identificar y justificar la elección de variables dependientes, independientes y de control</li> <li>• Justificar el rango y número de mediciones</li> <li>• Diseñar y explicar una metodología válida</li> <li>• Metodologías piloto</li> </ul> |
| Control de las variables | <p>Apreciar cuándo y cómo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar los aparatos de medida</li> <li>• Mantener constantes las condiciones ambientales de los sistemas</li> <li>• Aislar frente a las pérdidas o ganancias de calor</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

### Indagación 2: Obtención y procesamiento de datos

| Habilidad                        | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obtención de datos               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y registrar observaciones cualitativas pertinentes</li> <li>• Obtener y registrar suficientes datos cuantitativos pertinentes</li> <li>• Identificar y abordar problemas que surjan durante la obtención de los datos</li> </ul>                                                                                                                                                                           |
| Procesamiento de datos           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un tratamiento de la información pertinente y preciso</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Interpretación de los resultados | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar datos cualitativos y cuantitativos</li> <li>• Interpretar diagramas, gráficos y tablas</li> <li>• Identificar, describir y explicar patrones, tendencias y relaciones</li> <li>• Identificar y justificar la eliminación o inclusión de los valores no esperados en los datos (no se requiere ningún procesamiento matemático)</li> <li>• Evaluar la exactitud, precisión, fiabilidad y validez</li> </ul> |



### Indagación 3: Conclusión y evaluación

| Habilidad  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conclusión | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar los datos procesados y los análisis para extraer conclusiones y justificarlas</li> <li>• Comparar los resultados de una investigación con el contexto científico aceptado</li> <li>• Relacionar los resultados de una investigación con la pregunta de investigación o hipótesis formulada</li> <li>• Discutir el efecto de las incertidumbres en las conclusiones</li> </ul> |
| Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar hipótesis</li> <li>• Identificar y discutir las fuentes y los efectos de los errores aleatorios y sistemáticos</li> <li>• Evaluar las repercusiones de los puntos débiles, las limitaciones y los supuestos de la metodología en las conclusiones</li> <li>• Explicar mejoras realistas y pertinentes de una investigación</li> </ul>                                             |

## Cuadernillo de datos

El IB publica un cuadernillo de datos de Química que contiene la tabla periódica, así como ecuaciones, constantes y datos tabulados pertinentes, específicos del curso. El alumnado debe tener acceso a una copia de este cuadernillo durante todo el curso, a fin de poder familiarizarse con su contenido. Se hace referencia específica al cuadernillo de datos en los apartados de comprensión de la guía. Esto ayuda a mantener el énfasis en la interpretación y la aplicación, y no en la memorización de datos. Debe ponerse a disposición del alumnado una copia sin anotaciones del cuadernillo de datos de Química en todos los exámenes del Nivel Medio y el Nivel Superior.

# Contenido del programa de estudios

## Estructura

### Estructura 1. Modelos de la naturaleza corpuscular de la materia

#### Estructura 1.1 Introducción a la naturaleza corpuscular de la materia

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo podemos modelizar la naturaleza corpuscular de la materia?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 2 horas**

**Estructura 1.1.1: Los elementos son los principales constituyentes de la materia, que no pueden descomponerse químicamente en sustancias más simples.**

**Los compuestos constan de átomos de distintos elementos, unidos químicamente en una proporción fija.**

**Las mezclas contienen más de un elemento o compuesto sin proporción fija, los cuales no están unidos químicamente y, por lo tanto, pueden separarse por métodos físicos.**

Distinguir entre las propiedades de elementos, compuestos y mezclas.

Se deben incluir la solvatación, filtración, recristalización, evaporación, destilación y cromatografía. Deben comprender las diferencias entre las mezclas homogéneas y heterogéneas.

Herramienta 1: ¿Qué factores se consideran a la hora de elegir un método para separar los componentes de una mezcla?

Herramienta 1: ¿Cómo se pueden purificar los productos de una reacción?

Estructura 2.2: ¿Cómo influyen las fuerzas intermoleculares en el tipo de mezcla que se forma entre dos sustancias?

Estructura 2.3: ¿Por qué se suele considerar que las aleaciones son mezclas, aunque a menudo contengan enlaces metálicos?

**Estructura 1.1.2: La teoría cinética molecular es un modelo que explica las propiedades físicas de la materia (sólidos, líquidos y gases) y los cambios de estado.**

Distinguir los distintos estados de la materia.

Utilizar los símbolos de estado (s), l, (g) y (aq) en las ecuaciones químicas.

Deben estudiar los nombres de los cambios de estado: fusión, congelación, vaporización (evaporación y ebullición), condensación, sublimación y deposición.

Estructura 2.4: ¿Por qué algunas sustancias son sólidas y otras son fluidas en condiciones estándar?

Estructura 2 (todos), Reactividad 1.2: ¿Por qué algunos cambios de estado son endotérmicos y otros exotérmicos?

**Estructura 1.1.3: La temperatura,  $T$ , en Kelvin (K) es una medida de la energía cinética media ( $E_k$ ) de las partículas.**

Interpretar los cambios observables que se producen en las propiedades físicas y la temperatura durante los cambios de estado.

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Realizar conversiones entre valores en las escalas Celsius y Kelvin.                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| La unidad de temperatura del SI es el Kelvin (K) y tiene el mismo valor incremental que el grado Celsius (°C). | <p>Reactividad 2.2: ¿Cuál es la distribución gráfica de los valores de la energía cinética de las partículas en una muestra a una temperatura fija?</p> <p>Reactividad 2.2: ¿Qué debe ocurrirles a las partículas para que se produzca una reacción química?</p> |

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Estructura 1.1**

## Estructura 1.2 El átomo nuclear

**Pregunta de orientación:** ¿En qué se diferencian los núcleos atómicos?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 2 horas**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Estructura 1.2.1: Los átomos contienen un denso núcleo cargado positivamente, compuesto por protones y neutrones (nucleones). Los electrones, cargados negativamente, ocupan el espacio exterior al núcleo.</b></p> <p>Usar el símbolo nuclear <math>{}^A_ZX</math> para deducir el número de protones, neutrones y electrones en átomos e iones.</p> |                                                                                                                                                                                                                 |
| Deben saber las masas relativas y las cargas de las partículas subatómicas; los valores reales se dan en el cuadernillo de datos. La masa del electrón se puede considerar despreciable.                                                                                                                                                                    | <p>Estructura 1.3: ¿Qué determina las distintas propiedades químicas de los átomos?</p> <p>Estructura 3.1: ¿Qué relación existe entre el número atómico y la posición de un elemento en la tabla periódica?</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Estructura 1.2.2: Los isótopos son átomos del mismo elemento con distinto número de neutrones.</b></p> <p>Realizar cálculos con masas atómicas relativas no enteras y abundancia de isótopos a partir de unos determinados datos.</p> |                                                                                                                                     |
| <p>Deben comprender las diferencias en las propiedades físicas de los isótopos.</p> <p>No es necesario aprender ejemplos concretos de isótopos.</p>                                                                                         | Naturaleza de la ciencia, Reactividad 3.4: ¿Cómo pueden los trazadores isotópicos proporcionar pruebas de un mecanismo de reacción? |

**Temas adicionales del Nivel Superior: 1 hora**

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Estructura 1.2.3: Los espectros de masas se utilizan para determinar la masa atómica relativa de los elementos a partir de su composición isotópica.</b></p> <p>Interpretar espectros de masas en función de la identidad y abundancia relativa de los isótopos.</p> |                                                                                                                                 |
| No se evaluarán los detalles del funcionamiento del espectrómetro de masas.                                                                                                                                                                                                | Estructura 3.2: ¿Cómo ayuda el patrón de fragmentación de un compuesto en el espectrómetro de masas a determinar su estructura? |

## Estructura 1.3 Configuraciones electrónicas

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo podemos modelizar los estados de energía de los electrones en los átomos?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 3 horas**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>Estructura 1.3.1: Los espectros de emisión son producidos por átomos que emiten fotones cuando los electrones en estados excitados regresan a niveles energéticos más bajos.</b></p> <p>Describir cualitativamente la relación entre color, longitud de onda, frecuencia y energía en el espectro electromagnético.</p> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--|
| Distinguir entre un espectro continuo y uno de líneas.                        |  |
| Los detalles del espectro electromagnético se dan en el cuadernillo de datos. |  |

**Estructura 1.3.2: El espectro de emisión de líneas del hidrógeno proporciona pruebas de que los electrones se hallan en niveles energéticos discretos, que convergen a energía más elevada.**

Describir el espectro de emisión del átomo de hidrógeno, incluidas las relaciones entre las líneas y las transiciones energéticas al primer, segundo y tercer nivel energético.

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No se evaluarán los nombres de las diferentes series del espectro de emisión del hidrógeno. | Indagación 2: En el estudio de los espectros de emisión de elementos gaseosos y de la luz, ¿qué datos cualitativos y cuantitativos se pueden obtener con instrumentos como tubos de descarga de gases y prismas?<br><br>Naturaleza de la ciencia, Estructura 1.2: ¿Cómo proporcionan los espectros de emisión pruebas de la existencia de distintos elementos? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 1.3.3: El nivel energético principal está dado por un número entero,  $n$ , y puede contener un máximo de  $2n^2$  electrones.**

Deducir el número máximo de electrones que pueden ocupar cada nivel energético.

|  |                                                                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Estructura 3.1: ¿Qué relación existe entre el nivel energético principal más alto de un elemento y su número de período en la tabla periódica? |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 1.3.4: Un modelo más detallado del átomo describe la división del nivel energético principal en subniveles s, p, d y f de energías sucesivamente mayores.**

Reconocer la forma y orientación de un orbital atómico s y de los tres orbitales atómicos p.

|  |                                                                                                                       |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Estructura 3.1: ¿Qué relación existe entre los subniveles energéticos y la división en bloques de la tabla periódica? |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 1.3.5: Cada orbital tiene un nivel energético definido para una configuración electrónica y un ambiente químico dados, y es capaz de alojar dos electrones con spin opuesto.**

**Los subniveles contienen un número fijo de orbitales, regiones del espacio donde existe una elevada probabilidad de encontrar un electrón.**

Aplicar el principio de Aufbau, la regla de Hund y el principio de exclusión de Pauli para deducir las configuraciones electrónicas de átomos e iones hasta  $Z = 36$ .

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Se deben incluir las configuraciones electrónicas completas y las configuraciones electrónicas condensadas que usan un núcleo de un gas noble.<br><br>Se deben usar los diagramas orbitales, es decir, diagramas de flechas y cajas, para representar la ocupación y energía relativa de los orbitales.<br><br>Se deben incluir las configuraciones electrónicas del Cr y el Cu como excepciones. |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Temas adicionales del Nivel Superior: 3 horas**

**Estructura 1.3.6: En un espectro de emisión, el límite de convergencia a mayor frecuencia corresponde a la ionización.**

Explicar las tendencias y discontinuidades en la energía de primera ionización a lo largo de un período y al bajar en un grupo.

Calcular el valor de la energía de primera ionización a partir de datos espectrales que dan la longitud de onda o la frecuencia del límite de convergencia.

El valor de la constante de Planck ( $h$ ) y las ecuaciones  $E = hf$  y  $c = \lambda f$  se dan en el cuadernillo de datos.

Estructura 3.1: ¿Cómo puede la tendencia en los valores de la energía de ionización a lo largo de un período y al bajar en un grupo explicar las tendencias en las propiedades de los metales y los no metales?

Naturaleza de la ciencia, Herramienta 3, Reactividad 3.1: ¿Por qué son útiles las escalas logarítmicas al discutir  $[H^+]$  y las energías de ionización?

**Estructura 1.3.7: Los datos de las sucesivas energías de ionización de un elemento dan información sobre su configuración electrónica.**

Deducir el grupo de un elemento a partir de los datos de sus sucesivas ionizaciones.

Las bases de datos son útiles para compilar gráficos de tendencias en las energías de ionización.

Estructura 3.1 (NS): ¿Cómo ayudan los patrones de las sucesivas energías de ionización de los elementos de transición a explicar los estados de oxidación variables de estos elementos?

**Estructura 1.4 Recuento de partículas a partir de la masa: el mol**

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo cuantificamos la materia en la escala atómica?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 7 horas**

**Estructura 1.4.1: El mol es la unidad de cantidad de sustancia del SI. Un mol contiene exactamente el número de entidades elementales dado por la constante de Avogadro.**

Convertir la cantidad de sustancia,  $n$ , al número de entidades elementales especificadas.

Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, cualquier otra partícula o un grupo específico de partículas.

La constante de Avogadro ( $N_A$ ) se da en el cuadernillo de datos. Tiene unidades de  $\text{mol}^{-1}$ .

**Estructura 1.4.2: Las masas de los átomos se comparan en una escala relativa al  $^{12}\text{C}$  y se expresan como masa atómica relativa ( $A_r$ ) y masa fórmula relativa ( $M_r$ ).**

Determinar la masa fórmula relativa ( $M_r$ ) a partir de la masa atómica relativa ( $A_r$ ).

La masa atómica relativa y la masa fórmula relativa no tienen unidades.

En los cálculos deben usarse los valores de la masa atómica relativa con dos cifras decimales que se dan en el cuadernillo de datos.

Estructura 3.1: Los átomos aumentan de masa a medida que baja su posición en la tabla periódica. ¿Qué propiedades podrían estar relacionadas con esta tendencia?

**Estructura 1.4.3: Las unidades de la masa molar ( $M$ ) son  $\text{g mol}^{-1}$ .**

Resolver problemas que incluyan relaciones entre el número de partículas, la cantidad de sustancia en moles y la masa en gramos.

La relación  $n = \frac{m}{M}$  se da en el cuadernillo de datos.

Reactividad 2.1: ¿Cómo pueden usarse las masas molares con las ecuaciones químicas para determinar las masas de los productos de una reacción?

**Estructura 1.4.4: La fórmula empírica de un compuesto da la proporción más simple entre los átomos de cada elemento presentes en ese compuesto. La fórmula molecular da el número real de átomos de cada elemento presentes en una molécula.**

Convertir entre composición porcentual en masa y fórmula empírica.

Determinar la fórmula molecular de un compuesto a partir de su fórmula empírica y su masa molar.

Herramienta 1: ¿Cómo pueden usarse los datos experimentales sobre los cambios de masa en las reacciones de combustión para derivar fórmulas empíricas?

Naturaleza de la ciencia, Herramienta 3, Estructura 3.2: ¿Qué importancia tiene la aproximación en la determinación de una fórmula empírica?

**Estructura 1.4.5: La concentración molar queda determinada por la cantidad de soluto y el volumen de la solución.**

Resolver problemas que incluyan la concentración molar, la cantidad de soluto y el volumen de la solución.

Para representar la concentración molar es preciso usar corchetes.

Las unidades de concentración deben incluir  $\text{g dm}^{-3}$  y  $\text{mol dm}^{-3}$ , así como la conversión entre ambas.

La relación  $n = CV$  se da en el cuadernillo de datos.

Herramienta 1: ¿Qué consideraciones afectan a la elección de los materiales de vidrio usados para preparar una solución estándar y una dilución en serie?

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Cómo puede usarse una curva de calibración para determinar la concentración de una solución?

**Estructura 1.4.6: La ley de Avogadro afirma que volúmenes iguales de todos los gases medidos en las mismas condiciones de temperatura y presión contienen el mismo número de moléculas.**

Resolver problemas que incluyan la relación molar de los reactantes y/o productos y el volumen de los gases.

Estructura 1.5: La ley de Avogadro es válida para gases ideales. ¿En qué condiciones podría el comportamiento de un gas real desviarse más del de un gas ideal?

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Estructura 1.4**

### Estructura 1.5 Gases ideales

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo nos ayuda el modelo del gas ideal a predecir el comportamiento de los gases reales?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 3 horas**

**Estructura 1.5.1: Un gas ideal consta de partículas en movimiento con un volumen despreciable y sin fuerzas intermoleculares. Se considera que todas las colisiones entre las partículas son elásticas.**

Reconocer las suposiciones clave del modelo del gas ideal.

**Estructura 1.5.2: Los gases reales se desvían del modelo del gas ideal, especialmente a temperaturas bajas y presiones altas.**

Explicar las limitaciones del modelo del gas ideal.

No se requiere ningún tratamiento matemático.

Estructura 2.2: En condiciones similares, ¿por qué algunos gases se desvían más que otros del comportamiento ideal?

**Estructura 1.5.3: El volumen molar de un gas ideal es una constante a una temperatura y presión determinadas.**

Investigar la relación entre la temperatura, la presión y el volumen de una masa fija de un gas ideal, y analizar los gráficos que conectan estas variables.

No se evaluarán los nombres de leyes concretas de los gases.

En el cuadernillo de datos se da el valor del volumen molar de un gas ideal a temperatura y presión estándar.

Naturaleza de la ciencia, Herramientas 2 y 3, Reactividad 2.2: Los gráficos pueden presentarse como dibujos aproximados o como puntos de datos representados de forma exacta. ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones de cada representación?

**Estructura 1.5.4: La relación entre la presión, el volumen, la temperatura y la cantidad de un gas ideal se muestra en la ecuación de los gases ideales  $PV = nRT$  y la ley combinada de los gases**

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Resolver problemas relacionados con la ecuación de los gases ideales.

Solo deben usarse las unidades de volumen y presión del SI. En el cuadernillo de datos se dan el valor de la constante de los gases  $R$ , la ecuación de los gases ideales y la ley combinada de los gases.

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Cómo se puede usar la ley de los gases ideales para calcular la masa molar de un gas a partir de datos experimentales?

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Estructura 1.5**

## Estructura 2. Modelos de enlace y estructura

### Estructura 2.1 El modelo iónico

**Pregunta de orientación:** ¿Qué determina la naturaleza y propiedades iónicas de un compuesto?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 4 horas**

**Estructura 2.1.1: Cuando los átomos metálicos pierden electrones, forman iones positivos llamados cationes.**

**Cuando los átomos no metálicos ganan electrones, forman iones negativos llamados aniones.**

Predecir la carga de un ion a partir de la configuración electrónica del átomo.

Se debe incluir la formación de iones con distintas cargas a partir de un elemento de transición.

Estructura 3.1: ¿Qué relación existe entre la posición de un elemento en la tabla periódica y la carga de sus iones?

Estructura 1.3 (NS): ¿Cómo puede la tendencia en las sucesivas energías de ionización de los elementos

|  |                                                            |
|--|------------------------------------------------------------|
|  | de transición explicar sus estados de oxidación variables? |
|--|------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.1.2: El enlace iónico se forma por atracción electrostática entre iones de carga opuesta.**

Deducir la fórmula y el nombre de un compuesto iónico a partir de los iones que lo forman, incluidos los iones poliatómicos.

**Los compuestos iónicos binarios se nombran con el catión primero, seguido del anión. El anión adopta el sufijo “-uro”.**

Convertir entre nombres y fórmulas de compuestos iónicos binarios.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deben conocer el nombre y la fórmula de los siguientes iones poliatómicos: amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), hidróxido ( $\text{OH}^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), hidrogenocarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) y fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). | <p>Reactividad 3.2: ¿Por qué la formación de un compuesto iónico a partir de sus elementos es una reacción redox?</p> <p>Estructura 2.2 (NS): ¿Cómo se usa la carga formal para predecir la estructura preferida del sulfato?</p> <p>Reactividad 3.1 (NS): Los aniones poliatómicos son las bases conjugadas de ácidos comunes. ¿Cuál es la relación entre su estabilidad y la constante de disociación del ácido conjugado, <math>K_a</math>?</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.1.3: Los compuestos iónicos existen como estructuras reticulares tridimensionales, representadas mediante fórmulas empíricas.**

Explicar las propiedades físicas de los compuestos iónicos, incluidas la volatilidad, la conductividad eléctrica y la solubilidad.

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Incluir la entalpía de red como una medida de la fuerza del enlace iónico en distintos compuestos, afectada por el radio y la carga de los iones. | <p>Herramienta 1, Indagación 2: ¿Qué datos experimentales demuestran las propiedades físicas de los compuestos iónicos?</p> <p>Estructura 3.1: ¿Cómo pueden las entalpías de red y el continuo de enlaces explicar la tendencia que presentan los puntos de fusión de los cloruros metálicos a lo largo del período 3?</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Estructura 2.1**

**Estructura 2.2 El modelo covalente**

**Pregunta de orientación:** ¿Qué determina la naturaleza y propiedades covalentes de una sustancia?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 10 horas**

**Estructura 2.2.1: El enlace covalente se forma por la atracción electrostática entre un par electrónico compartido y los núcleos cargados positivamente.**

**La regla del octeto se refiere a la tendencia de los átomos a lograr una capa de valencia con un total de 8 electrones.**

Deducir la fórmula de Lewis de moléculas e iones con hasta cuatro pares de electrones en cada átomo.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Las fórmulas de Lewis (también conocidas como representaciones de electrones mediante puntos o estructuras de Lewis) muestran todos los electrones de valencia (pares enlazantes y no enlazantes) de una especie unida de forma covalente.</p> <p>En una fórmula de Lewis, los pares electrónicos se pueden representar por puntos, cruces o rayas.</p> | <p>Naturaleza de la ciencia: ¿Cuáles son algunas de las limitaciones de la regla del octeto?</p> <p>Estructura 1.3: ¿Por qué los gases nobles forman enlaces covalentes con menos facilidad que otros elementos?</p> <p>Estructura 2.1: ¿Por qué los enlaces iónicos se forman solo entre elementos distintos, mientras que</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se deben incluir moléculas que contengan átomos con menos electrones que un octeto.<br>Se deben usar ejemplos orgánicos e inorgánicos.                                                                                                                                                                                                                              | los enlaces covalentes pueden formarse entre átomos del mismo elemento?                                                 |
| <b>Estructura 2.2.2: Los enlaces simples, dobles y triples implican uno, dos o tres pares electrónicos compartidos, respectivamente.</b><br>Explicar la relación entre el número de enlaces, la longitud de los enlaces y la fuerza de los enlaces.                                                                                                                 |                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Reactividad 2.2: ¿Cómo afecta la presencia de enlaces dobles y triples en las moléculas a su reactividad?               |
| <b>Estructura 2.2.3: Un enlace de coordinación es un enlace covalente en el que los dos electrones del par compartido proceden del mismo átomo.</b><br>Identificar enlaces de coordinación en compuestos.                                                                                                                                                           |                                                                                                                         |
| NS: Se deben incluir complejos de elementos de transición.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Reactividad 3.4 (NS): ¿Por qué las reacciones ácido-base de Lewis conducen a la formación de enlaces de coordinación?   |
| <b>Estructura 2.2.4: El modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPEV) permite predecir la forma de las moléculas a partir de la repulsión de los dominios electrónicos alrededor de un átomo central.</b><br>Predecir la geometría del dominio electrónico y la geometría molecular de especies con hasta cuatro dominios electrónicos. |                                                                                                                         |
| Incluir la predicción de cómo afectan los pares no enlazantes y los enlaces múltiples al ángulo de enlace.                                                                                                                                                                                                                                                          | Naturaleza de la ciencia: ¿Cómo de útil es el modelo TRPEV para predecir la geometría molecular?                        |
| <b>Estructura 2.2.5: La polaridad del enlace es consecuencia de la diferencia en la electronegatividad de los átomos enlazados.</b><br>Deducir la naturaleza polar del enlace covalente a partir de valores de la electronegatividad.                                                                                                                               |                                                                                                                         |
| Los dipolos del enlace se pueden mostrar por medio de cargas parciales o vectores.<br>Los valores de la electronegatividad se dan en el cuadernillo de datos.                                                                                                                                                                                                       | Estructura 2.1: ¿Qué propiedades de los compuestos iónicos cabría esperar en los compuestos con enlace covalente polar? |
| <b>Estructura 2.2.6: La polaridad molecular depende tanto de la polaridad de enlace como de la geometría molecular.</b><br>Deducir el momento dipolar neto de una molécula o ion considerando la polaridad del enlace y la geometría molecular.                                                                                                                     |                                                                                                                         |
| Los ejemplos deben incluir especies en las que los dipolos de los enlaces se cancelen y no se cancelen entre sí.                                                                                                                                                                                                                                                    | Estructura 3.2 (NS): ¿Que características de una molécula la hacen "activa en el infrarrojo (IR)"?                      |
| <b>Estructura 2.2.7: El carbono y el silicio forman estructuras reticulares covalentes.</b><br>Describir las estructuras y explicar las propiedades del silicio, el dióxido de silicio y los alótropos del carbono: diamante, grafito, fullerenos y grafeno.                                                                                                        |                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los alótropos del mismo elemento tienen diferentes enlaces y patrones estructurales, de modo que poseen distintas propiedades químicas y físicas. | Estructura 3.1: ¿Por qué los enlaces silicio-silicio suelen ser más débiles que los enlaces carbono-carbono? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.8: La naturaleza de la fuerza que existe entre las moléculas está determinada por el tamaño y la polaridad de las moléculas. Las fuerzas intermoleculares son las fuerzas de London (dispersión), las fuerzas dipolo-dipolo inducido, las fuerzas dipolo-dipolo y el enlace de hidrógeno.**

Deducir los tipos de fuerzas intermoleculares presentes a partir de las características estructurales de las moléculas covalentes.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| El término <i>fuerzas de van der Waals</i> debe emplearse como un término inclusivo que abarque las fuerzas dipolo-dipolo, dipolo-dipolo inducido y de London (dispersión).<br><br>Los enlaces de hidrógeno se producen cuando el hidrógeno, unido de forma covalente a un átomo electronegativo, ejerce una interacción atractiva sobre un átomo electronegativo vecino. | Estructura 1.5: ¿En qué medida pueden las fuerzas intermoleculares explicar la desviación de los gases reales respecto del comportamiento ideal?<br><br>Naturaleza de la ciencia, Estructura 1.1, 2.1 y 2.3: ¿En qué se parecen y diferencian los términos <i>enlaces</i> y <i>fuerzas</i> ?<br><br>Naturaleza de la ciencia: ¿Cómo pueden los avances tecnológicos conducir a cambios en las definiciones científicas, por ejemplo la definición actualizada de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) para el enlace de hidrógeno? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.9: Para una masa molar similar, en general la intensidad relativa de las fuerzas intermoleculares es: fuerzas de London (dispersión) < fuerzas dipolo-dipolo < enlace de hidrógeno.**

Explicar las propiedades físicas de las sustancias covalentes, incluidas la volatilidad, conductividad eléctrica y solubilidad, en función de su estructura.

|  |                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Herramienta 1, Indagación 2: ¿Qué datos experimentales demuestran las propiedades físicas de las sustancias covalentes?<br><br>Estructura 3.2: ¿En qué medida determina un grupo funcional la naturaleza de las fuerzas intermoleculares? |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.10: La cromatografía es una técnica empleada para separar los componentes de una mezcla a partir de su atracción relativa, mediada por fuerzas intermoleculares, hacia una fase móvil y otra estacionaria.**

Explicar, calcular e interpretar los valores del factor de retardo,  $R_F$ .

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No es necesario tener conocimiento del uso de agentes reveladores en la cromatografía.<br><br>No se evaluarán los detalles técnicos y del funcionamiento de un cromatógrafo de gases o de un cromatógrafo líquido de alta eficacia. | Herramienta 1: ¿Cómo se puede separar una mezcla usando cromatografía en papel o en capa delgada? |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Temas adicionales del Nivel Superior: 8 horas**

**Estructura 2.2.11: Las estructuras de resonancia se producen cuando un doble enlace en una molécula puede estar en más de una posición.**

Deducir estructuras de resonancia de moléculas e iones.

|                                                     |                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se debe incluir el término <i>deslocalización</i> . | Estructura 1.3: ¿Por qué el oxígeno y el ozono son disociados por luz de distinta longitud de onda? |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.12: El benceno,  $C_6H_6$ , es un importante ejemplo de una molécula que presenta resonancia.**

Discutir la estructura del benceno usando pruebas físicas y químicas.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Reactividad 2.1 y 2.2: ¿Cómo explica la energía de resonancia del benceno su relativa falta de reactividad?</p> <p>Reactividad 3.4: ¿Qué características estructurales del benceno favorecen que experimente reacciones de sustitución electrófila?</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.13: Algunos átomos pueden formar moléculas en las que tienen un octeto ampliado de electrones.**

Representar virtualmente las fórmulas de Lewis de especies con cinco y seis dominios electrónicos alrededor del átomo central.

Deducir la geometría del dominio electrónico y la geometría molecular de estas especies usando el modelo TRPEV.

|  |                                                                                                                                            |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Estructura 3.1: ¿Qué relación existe entre la capacidad de algunos átomos de ampliar su octeto y su posición en la tabla periódica?</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.14: Es posible calcular los valores de la carga formal para cada átomo de una especie y utilizarlos para determinar cuál de entre varias fórmulas de Lewis es la preferida.**

Aplicar la carga formal para determinar la fórmula de Lewis preferida a partir de diversas fórmulas de Lewis para una especie.

|  |                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Estructura 3.1, Reactividad 3.2: ¿Cuáles son las diferentes suposiciones realizadas en el cálculo de la carga formal y de los estados de oxidación para los átomos de una especie?</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.2.15: Los enlaces sigma ( $\sigma$ ) se forman por la combinación frontal de orbitales atómicos donde la densidad electrónica se concentra a lo largo del eje del enlace.**

**Los enlaces pi ( $\pi$ ) se forman por la combinación lateral de orbitales p donde la densidad electrónica se concentra en los extremos del eje del enlace.**

Deducir la presencia de enlaces sigma y enlaces pi en moléculas e iones.

|                                                    |  |
|----------------------------------------------------|--|
| Se deben incluir ejemplos orgánicos e inorgánicos. |  |
|----------------------------------------------------|--|

**Estructura 2.2.16: La hibridación consiste en mezclar orbitales atómicos a fin de formar nuevos orbitales híbridos para crear un enlace.**

Analizar la hibridación y la formación de enlaces en moléculas e iones.

Identificar las relaciones entre fórmulas de Lewis, dominios electrónicos, geometría molecular y tipo de hibridación.

Predecir la geometría alrededor de un átomo a partir de su hibridación, y viceversa.

|                                                                   |  |
|-------------------------------------------------------------------|--|
| Se deben incluir ejemplos orgánicos e inorgánicos.                |  |
| Solo es necesario abordar la hibridación $sp$ , $sp^2$ y $sp^3$ . |  |

## Estructura 2.3 El modelo metálico

**Pregunta de orientación:** ¿Qué determina la naturaleza y propiedades metálicas de un elemento?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 2 horas**

### Estructura 2.3.1: Un enlace metálico es consecuencia de la atracción electrostática entre una red de cationes y los electrones deslocalizados.

Explicar la conductividad eléctrica, conductividad térmica y maleabilidad de los metales.

Relacionar las propiedades características de los metales con sus usos.

Herramienta 1, Indagación 2, Estructura 3.1: ¿Qué datos experimentales demuestran las propiedades físicas de los metales, y las tendencias de esas propiedades, en la tabla periódica?

Reactividad 3.2: ¿Qué tendencias en la reactividad de los metales pueden predecirse a partir de la tabla periódica?

### Estructura 2.3.2: La fuerza de un enlace metálico depende de la carga de los iones y del radio del ion metálico.

Explicar las tendencias que presentan los puntos de fusión de los metales de los bloques s y p.

Se requiere un tratamiento simple basado en la carga de los cationes y la densidad electrónica.

Estructura 2.4: ¿Qué características del enlace metálico son las que hacen posible que los metales formen aleaciones?

**Temas adicionales del Nivel Superior: 1 hora**

### Estructura 2.3.3: Los elementos de transición tienen electrones d deslocalizados.

Explicar el elevado punto de fusión y la alta conductividad eléctrica de los elementos de transición.

Las propiedades químicas de los elementos de transición se abordan en Reactividad 3.4.

Estructura 3.1: ¿Por qué la tendencia en los puntos de fusión de los metales a lo largo de un período es menos evidente en el bloque d?

## Estructura 2.4 De los modelos a los materiales

**Pregunta de orientación:** ¿Qué papel desempeñan el enlace y la estructura en el diseño de materiales?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 4 horas**

### Estructura 2.4.1: El enlace se puede describir como un continuo entre los modelos iónico, covalente y metálico, y puede representarse mediante un diagrama triangular de enlaces.

Usar los modelos de enlace para explicar las propiedades de un material.

En el cuadernillo de datos se da un diagrama triangular de enlaces.

Estructura 3.1: ¿De qué forma las tendencias en las propiedades de los óxidos del período 3 reflejan la tendencia en sus enlaces?

Naturaleza de la ciencia, Estructura 2.1 y 2.2: ¿Cuáles son las limitaciones de las categorías de enlace discretas?

### Estructura 2.4.2: La posición de un compuesto en el diagrama triangular de enlaces está determinada por las contribuciones relativas de los tres tipos de enlace al enlace total.

Determinar la posición de un compuesto en el diagrama triangular de enlaces a partir de datos de la electronegatividad.

Predecir las propiedades de un compuesto a partir de su posición en el diagrama triangular de enlaces.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Para ilustrar la relación entre el tipo de enlace y las propiedades, incluir ejemplos de materiales con distintos porcentajes de los tres tipos de enlace. Solo es necesario considerar compuestos binarios.<br>No se requieren cálculos del porcentaje de carácter iónico.<br>Los datos de la electronegatividad se dan en el cuadernillo de datos. | Estructura 2.1, 2.2 y 2.3: ¿Por qué los materiales compuestos como los hormigones reforzados, que están hechos de componentes con enlaces iónicos y covalentes y barras de acero, presentan propiedades únicas? |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.4.3: Las aleaciones son mezclas de un metal con otros metales o no metales. Tienen mejores propiedades.**

Explicar las propiedades de las aleaciones en función de los enlaces no direccionales.

|                                                                                                                                          |                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ilustrar con ejemplos comunes como el bronce, el latón y el acero inoxidable. No es necesario aprender ejemplos concretos de aleaciones. | Estructura 1.1: ¿Por qué es más correcto describir las aleaciones como mezclas que como compuestos? |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.4.4: Los polímeros son grandes moléculas, o macromoléculas, formadas por subunidades repetidas llamadas monómeros.**

Describir las propiedades comunes de los plásticos a partir de su estructura.

|                                                                |                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deben discutirse ejemplos de polímeros naturales y sintéticos. | Estructura 3.2: ¿Qué características estructurales de algunos plásticos hacen que sean biodegradables? |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 2.4.5: Los polímeros de adición se forman por la ruptura de un doble enlace en cada monómero.**

Representar la unidad repetida de un polímero de adición dadas las estructuras de los monómeros.

|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los ejemplos deben incluir reacciones de polimerización de alquenos.<br>No es necesario aprender las estructuras de los monómeros; se proporcionarán o deberán deducirse a partir del polímero. | Estructura 3.2: ¿Qué grupos funcionales de las moléculas pueden permitir que actúen como monómeros en reacciones de adición?<br>Reactividad 2.1: ¿Por qué la eficiencia atómica de una reacción de polimerización por adición es del 100 %? |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Temas adicionales del Nivel Superior: 1 hora**

**Estructura 2.4.6: Los polímeros de condensación se forman por la reacción entre los grupos funcionales de cada monómero, con la liberación de una pequeña molécula.**

Representar la unidad repetida de las poliamidas y los poliésteres dadas las estructuras de los monómeros.

|                                                                                                               |                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Todas las macromoléculas biológicas se forman por reacciones de condensación y se descomponen por hidrólisis. | Estructura 3.2: ¿Qué grupos funcionales de las moléculas pueden permitir que actúen como monómeros en reacciones de condensación? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Estructura 3. Clasificación de la materia

### Estructura 3.1 La tabla periódica: clasificación de los elementos

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo nos ayuda la tabla periódica a predecir patrones y tendencias en las propiedades de los elementos?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 7 horas**

**Estructura 3.1.1: La tabla periódica consta de períodos, grupos y bloques.**

|                                                                                                                                                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Identificar las posiciones de los metales, los metaloides y los no metales en la tabla periódica.                                                   |  |
| Deben reconocerse los cuatro bloques asociados con los subniveles s, p, d y f.<br>El cuadernillo de datos contiene una copia de la tabla periódica. |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estructura 3.1.2: El número de período indica el nivel energético más exterior que ocupan los electrones.</b><br><b>Los elementos de un grupo tienen el mismo número de electrones de valencia.</b><br>Deducir la configuración electrónica de un átomo hasta $Z = 36$ a partir de la posición del elemento en la tabla periódica, y viceversa. |                                                                                                                                                             |
| Los grupos están numerados del 1 al 18.<br>Deben conocerse las clasificaciones "metales alcalinos", "halógenos", "elementos de transición" y "gases nobles".                                                                                                                                                                                       | Naturaleza de la ciencia, Estructura 1.2: ¿Cómo ha facilitado la organización de los elementos en la tabla periódica el descubrimiento de nuevos elementos? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Estructura 3.1.3: La periodicidad se refiere a las tendencias en las propiedades de los elementos a lo largo de un período y al bajar en un grupo.</b><br>Explicar la periodicidad del radio atómico, el radio iónico, la energía de ionización, la afinidad electrónica y la electronegatividad. |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estructura 3.1.4: Las tendencias en las propiedades de los elementos al bajar en un grupo incluyen el aumento del carácter metálico de los elementos del grupo 1 y la disminución del carácter no metálico de los elementos del grupo 17.</b><br>Describir y explicar las reacciones de los metales del grupo 1 con el agua, y de los elementos del grupo 17 con los iones haluro. |                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Indagación 2, Herramienta 2: ¿Por qué se emplean con frecuencia simulaciones para explorar las tendencias en la reactividad química de los elementos del grupo 1 y del grupo 17? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estructura 3.1.5: Las propiedades metálicas y no metálicas muestran un continuo. Esto incluye la tendencia desde los óxidos metálicos básicos, pasando por los óxidos anfóteros, hasta los óxidos no metálicos ácidos.</b><br>Deducir las ecuaciones para las reacciones con el agua de los óxidos de los metales del grupo 1 y el grupo 2, del carbono y del azufre. |                                                                                                                                                       |
| Incluir la lluvia ácida causada por óxidos no metálicos gaseosos y la acidificación de los océanos causada por el aumento de la concentración de $\text{CO}_2$ .                                                                                                                                                                                                         | Estructura 2.1 y 2.2: ¿Cómo pueden las diferencias en los enlaces explicar las diferencias en las propiedades de los óxidos metálicos y no metálicos? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estructura 3.1.6: El estado de oxidación es un número que se asigna a un átomo para mostrar el número de electrones transferidos al formar un enlace. Es la carga que tendría ese átomo si el compuesto estuviera formado por iones.</b><br>Deducir los estados de oxidación de un átomo en un ion o un compuesto.<br>Explicar por qué el estado de oxidación de un elemento es cero. |                                                                                                  |
| Los estados de oxidación se denotan con un signo + o – seguido de un número arábigo, por ejemplo +2, –1. Los ejemplos deben incluir el hidrógeno en los                                                                                                                                                                                                                                  | Reactividad 3.2: ¿Cómo pueden emplearse los estados de oxidación para analizar reacciones redox? |

hidruros metálicos (-1) y el oxígeno en los peróxidos (-1).

Los términos *número de oxidación* y *estado de oxidación* a menudo se usan de forma indistinta, y cualquiera de ellos es aceptable en la evaluación.

Las convenciones de nomenclatura para los oxianiones emplean los números de oxidación denotados con números romanos, pero los nombres genéricos persisten y son aceptables. Algunos ejemplos son el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) y sulfito ( $\text{SO}_3^{2-}$ ).

#### Temas adicionales del Nivel Superior: 4 horas

##### **Estructura 3.1.7: Existen discontinuidades en la tendencia del aumento de la energía de primera ionización a lo largo de un período.**

Explicar el modo en que estas discontinuidades proporcionan pruebas de la existencia de subniveles energéticos.

Las explicaciones deben basarse en la energía del electrón arrancado, más que en la "especial estabilidad" de los subniveles llenos y semillenos.

##### **Estructura 3.1.8: Los elementos de transición tienen subniveles d incompletos que les confieren propiedades características.**

Reconocer propiedades como: estado de oxidación variable, elevados puntos de fusión, propiedades magnéticas, propiedades catalíticas, formación de compuestos coloreados y formación de iones complejos con ligandos.

No se evaluará el conocimiento de los distintos tipos de magnetismo.

Naturaleza de la ciencia, Estructura 2.3: ¿Cuáles son los argumentos a favor y en contra de incluir el escandio como elemento de transición?

##### **Estructura 3.1.9: La formación de estados de oxidación variables en los elementos de transición puede explicarse por el hecho de que sus sucesivas energías de ionización presentan valores cercanos.**

Deducir las configuraciones electrónicas de los iones de los elementos de transición de la primera fila.

##### **Estructura 3.1.10: Los complejos de los elementos de transición son coloreados debido a la absorción de luz que conlleva la promoción de un electrón entre los orbitales de los subniveles d desdoblados. El color absorbido es el complementario del color observado.**

Aplicar el círculo cromático para deducir las longitudes de onda y frecuencias de la luz absorbida u observada.

No se espera que el alumnado conozca los diferentes patrones de desdoblamiento y su relación con el número de coordinación.

El círculo cromático y la ecuación  $c = \lambda f$  se dan en el cuadernillo de datos.

Reactividad 3.4: ¿Cuál es la naturaleza de la reacción entre los iones de elementos de transición y los ligandos para formar iones complejos?

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Cómo puede usarse la colorimetría o la espectrometría para calcular la concentración de una solución de iones coloreados?

### Estructura 3.2 Grupos funcionales: clasificación de los compuestos orgánicos

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo nos ayuda la clasificación de las moléculas orgánicas a predecir sus propiedades?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 9 horas**

**Estructura 3.2.1: Los compuestos orgánicos pueden representarse mediante distintos tipos de fórmulas. Estas incluyen las fórmulas empíricas, moleculares, estructurales (completas y condensadas), estereoquímicas y esqueléticas.**

Identificar distintas fórmulas y realizar conversiones entre fórmulas moleculares, esqueléticas y estructurales.

Construir modelos tridimensionales (reales o virtuales) de moléculas orgánicas.

No se espera que el alumnado dibuje fórmulas estereoquímicas, excepto cuando se indique de manera específica.

Estructura 2.2: ¿Qué tiene de especial el carbono que le permite formar más compuestos que la suma de los compuestos de todos los demás elementos?

Naturaleza de la ciencia, Estructura 2.2: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las distintas representaciones de un compuesto orgánico (por ejemplo, fórmula estructural, fórmula estereoquímica, fórmula esquelética, modelos tridimensionales)?

**Estructura 3.2.2: Los grupos funcionales confieren propiedades físicas y químicas características a un compuesto. Los compuestos orgánicos se dividen en clases de acuerdo con los grupos funcionales presentes en sus moléculas.**

Identificar los siguientes grupos funcionales por nombre y estructura: halógeno, hidroxilo, carbonilo, carboxilo, alcoxi, amino, amido, éster, fenilo.

Se deben incluir los términos *saturado* e *insaturado*.

Estructura 2.4 (NS): ¿Cuál es la naturaleza de la reacción que tiene lugar cuando dos aminoácidos forman un dipéptido?

Naturaleza de la ciencia, Reactividad 3.2 y 3.4: ¿Cómo puede usarse la reactividad de los grupos funcionales para determinar una ruta de reacción entre compuestos, por ejemplo la conversión del eteno en ácido etanoico?

**Estructura 3.2.3: Una serie homóloga es una familia de compuestos donde los sucesivos miembros difieren en una unidad estructural común, típicamente  $\text{CH}_2$ . Cada serie homóloga puede describirse mediante una fórmula general.**

Identificar las siguientes series homólogas: alcanos, alquenos, alquinos, haluros de alquilo, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, éteres, aminas, amidas y ésteres.

Naturaleza de la ciencia, Herramienta 2: ¿Cómo de útiles son los modelos tridimensionales (reales o virtuales) para visualizar lo invisible?

**Estructura 3.2.4: Los sucesivos miembros de una serie homóloga muestran una tendencia en las propiedades físicas.**

Describir y explicar la tendencia en los puntos de fusión y ebullición de los miembros de una serie homóloga.



|  |                                                                                                                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Estructura 2.2: ¿Qué efecto tienen la longitud de las cadenas de carbono, la ramificación y la naturaleza de los grupos funcionales sobre las fuerzas intermoleculares? |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Estructura 3.2.5: La nomenclatura de la IUPAC es un conjunto de reglas empleado por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada para asignar nombres sistemáticos a los compuestos orgánicos e inorgánicos.**

Aplicar la nomenclatura de la IUPAC a compuestos saturados o monoinsaturados con hasta seis átomos de carbono en la cadena principal y que contengan uno de los siguientes grupos funcionales: halógeno, hidroxilo, carbonilo, carboxilo.

Incluir isómeros de cadena lineal y cadena ramificada. Incluir los prefijos numéricos (mono, di, tri, tetra, penta, hexa).

**Estructura 3.2.6: Los isómeros estructurales son moléculas que tienen la misma fórmula molecular pero distintos enlaces.**

Reconocer isómeros, incluidos los de cadena ramificada, cadena lineal, posición y grupo funcional.

Se deben incluir los alcoholes primarios, secundarios y terciarios, los haluros de alquilo y las aminas.

Estructura 2.2 (NS): ¿Por qué el hecho de que haya solo tres isómeros de dibromobenceno respalda el modelo actual de la estructura del benceno?

**Temas adicionales del Nivel Superior: 11 horas**

**Estructura 3.2.7: Los estereoisómeros tienen la misma constitución (identidad y forma de unión de sus átomos, multiplicidades de los enlaces) pero distintas disposiciones espaciales de los átomos.**

Describir y explicar las características que dan lugar a la isomería *cis-trans*; reconocerla en alquenos no cíclicos, y en cicloalcanos de C3 y C4.

Dibujar con precisión fórmulas estereoquímicas que muestren la disposición tetraédrica en torno a un carbono quiral.

Describir y explicar la formación de estereoisómeros con distintas propiedades ópticas a partir de un átomo de carbono quiral.

Reconocer un par de enantiómeros como imágenes especulares que no pueden superponerse a partir de modelos tridimensionales (reales o virtuales).

No se evaluará la nomenclatura que usa el sistema *E-Z*.

Deben entenderse los términos *quiral*, *actividad óptica*, *enantiómero* y *mezcla racémica*.

El conocimiento de las distintas propiedades químicas de los enantiómeros puede reducirse al hecho de que se comportan de manera diferente en ambientes quirales.

Para representar los enantiómeros se deben usar las representaciones de tipo caballete que suponen enlaces con forma de huso.

**Estructura 3.2.8: La espectrometría de masas (EM) de los compuestos orgánicos puede provocar la fragmentación de las moléculas.**

Deducir información sobre las características estructurales de un compuesto a partir de sus patrones de fragmentación de EM.

Se deben incluir referencias al ion molecular.

En el cuadernillo de datos se dan datos sobre fragmentos específicos de EM.

**Estructura 3.2.9: Los espectros infrarrojos (IR) pueden usarse para identificar el tipo de enlace presente en una molécula.**

Interpretar la región del grupo funcional de un espectro IR utilizando una tabla de frecuencias características (número de onda/cm<sup>-1</sup>).

Debe hacerse referencia a la absorción de radiación IR por los gases de efecto invernadero.

Los datos para la interpretación de los espectros IR se dan en el cuadernillo de datos.

Estructura 2.2: ¿Qué características de una molécula determinan si es activa en el IR o no?

Reactividad 1.3: ¿Qué propiedades de un gas de efecto invernadero determinan su “potencial de calentamiento global”?

**Estructura 3.2.10: La espectroscopía de resonancia magnética nuclear protónica (RMN de <sup>1</sup>H) proporciona información sobre los distintos ambientes químicos de los átomos de hidrógeno de una molécula.**

Interpretar los espectros de RMN de <sup>1</sup>H para deducir la estructura de moléculas orgánicas a partir del número de señales, los desplazamientos químicos, y las áreas relativas bajo las señales (curvas de integración).

**Estructura 3.2.11: Las señales individuales pueden separarse en conjuntos de picos.**

Interpretar los espectros de RMN de <sup>1</sup>H a partir de patrones de desdoblamiento que muestren singletes, dobletes, tripletes y cuartetos para deducir un mayor detalle estructural.

Los datos para interpretar los espectros de RMN de <sup>1</sup>H se dan en el cuadernillo de datos.

**Estructura 3.2.12: En el análisis estructural con frecuencia se combinan datos obtenidos mediante distintas técnicas.**

Interpretar diversos datos, incluidos espectros analíticos, para determinar la estructura de una molécula.

## Reactividad

### Reactividad 1. ¿Qué impulsa las reacciones químicas?

#### Reactividad 1.1 Medición de variaciones de entalpía

**Pregunta de orientación:** ¿Qué se puede deducir de la variación de temperatura que acompaña al cambio físico o químico?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 5 horas**

**Reactividad 1.1.1: Las reacciones químicas implican una transferencia de energía entre el sistema y sus alrededores, mientras que la energía total se conserva.**

Comprender la diferencia entre calor y temperatura.

Estructura 1.1: ¿Qué relación existe entre la temperatura y la energía cinética de las partículas?

**Reactividad 1.1.2: Las reacciones químicas se describen como endotérmicas o exotérmicas dependiendo de la dirección de la transferencia de energía entre el sistema y los alrededores.**

Comprender la variación de temperatura (disminución o aumento) que acompaña a las reacciones endotérmicas y exotérmicas, respectivamente.

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Qué observaciones esperaríamos realizar durante una reacción endotérmica y una exotérmica?

**Reactividad 1.1.3: La estabilidad relativa de los reactantes y productos determina si las reacciones son endotérmicas o exotérmicas.**

Dibujar aproximadamente e interpretar los perfiles de energía para las reacciones endotérmicas y exotérmicas.

Los ejes de los perfiles de energía se deben rotular como coordenada de reacción ( $x$ ) y energía potencial ( $y$ ).

Estructura 2.2: La mayoría de las reacciones de combustión son exotérmicas; ¿cómo explica el enlace del  $N_2$  el hecho de que su combustión sea endotérmica?

**Reactividad 1.1.4: La variación de entalpía estándar de una reacción química,  $\Delta H^\ominus$ , se refiere al calor transferido a presión constante, en condiciones y estados estándar. Se puede determinar a partir de la variación de temperatura de una sustancia pura.**

Aplicar las ecuaciones  $Q = mc\Delta T$  y  $\Delta H = -\frac{Q}{n}$  para calcular la variación de entalpía de una reacción.

Las unidades de  $\Delta H^\ominus$  son  $\text{kJ mol}^{-1}$ .  
La ecuación  $Q = mc\Delta T$  y el valor de  $c$ , el calor específico del agua, se dan en el cuadernillo de datos.

Herramienta 1, Indagación 1, 2 y 3: ¿Cómo se puede investigar experimentalmente la variación de entalpía en reacciones de combustión como las de los alcoholes o los alimentos?  
Herramienta 1, Indagación 3: ¿Por qué en los experimentos de calorimetría se suele medir una variación de temperatura menor que la esperada a partir de los valores teóricos?

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Reactividad 1.1**

**Reactividad 1.2 Ciclos de energía en las reacciones**

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo nos ayuda la aplicación de la ley de conservación de energía a predecir las variaciones de energía durante las reacciones?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 3 horas**

**Reactividad 1.2.1: La ruptura de enlaces requiere energía y la formación de enlaces libera energía.**

Calcular la variación de entalpía de una reacción a partir de datos de la entalpía de enlace promedio.

Se debe incluir una explicación de por qué los datos de la entalpía de enlace son valores promedio y pueden diferir de los medidos experimentalmente.  
Los valores promedio de la entalpía de enlace se dan en el cuadernillo de datos.

Estructura 2.2: ¿Qué relación cabría esperar entre los datos de la entalpía de enlace y la longitud y polaridad del enlace?  
Reactividad 3.4: ¿Cómo influye la fuerza de un enlace carbono-halógeno en la velocidad de una reacción de sustitución nucleófila?

**Reactividad 1.2.2: La ley de Hess afirma que la variación de entalpía de una reacción es independiente de la ruta entre los estados inicial y final.**

Aplicar la ley de Hess para calcular variaciones de entalpía en reacciones con varias etapas.

### Temas adicionales del Nivel Superior: 5 horas

**Reactividad 1.2.3: En los cálculos termodinámicos se utilizan datos de la variación de entalpía estándar de combustión,  $\Delta H_c^\ominus$ , y formación,  $\Delta H_f^\ominus$ .**

Deducir ecuaciones y soluciones para problemas donde aparezcan estos términos.

Los datos de las entalpías de combustión y formación se dan en el cuadernillo de datos.

Estructura 2.2: ¿Cabría esperar que los alótropos de un elemento, como el diamante y el grafito, tuvieran distintos valores de  $\Delta H_f^\ominus$ ?

**Reactividad 1.2.4: Una aplicación de la ley de Hess consiste en usar datos de la entalpía de formación o datos de la entalpía de combustión para calcular la variación de entalpía de una reacción.**

Calcular la variación de entalpía de una reacción utilizando datos de  $\Delta H_f^\ominus$  o datos de  $\Delta H_c^\ominus$ :

$$\Delta H^\ominus = \Sigma(\Delta H_f^\ominus \text{ productos}) - \Sigma(\Delta H_f^\ominus \text{ reactantes})$$

$$\Delta H^\ominus = \Sigma(\Delta H_c^\ominus \text{ reactantes}) - \Sigma(\Delta H_c^\ominus \text{ productos})$$

Las ecuaciones para determinar la variación de entalpía de una reacción utilizando datos de  $\Delta H_f^\ominus$  o datos de  $\Delta H_c^\ominus$  se dan en el cuadernillo de datos.

**Reactividad 1.2.5: Un ciclo de Born-Haber es una aplicación de la ley de Hess, que sirve para mostrar las variaciones de energía producidas en la formación de un compuesto iónico.**

Interpretar y determinar los valores de un ciclo de Born-Haber para compuestos formados por iones univalentes y divalentes.

El ciclo incluye: energías de ionización, entalpía de atomización (usando las entalpías de sublimación y/o enlace), afinidades electrónicas, entalpía de red, entalpía de formación.

No se evaluará la construcción de un ciclo de Born-Haber completo.

Estructura 2.1: ¿Qué factores influyen en la magnitud de la entalpía de red de un compuesto iónico?

### Reactividad 1.3 Energía de combustibles

**Pregunta de orientación:** ¿Qué retos comporta utilizar la energía química para abordar nuestras necesidades energéticas?

#### Nivel Medio y Nivel Superior: 4 horas

**Reactividad 1.3.1: Los metales, no metales y compuestos orgánicos reactivos experimentan reacciones de combustión al calentarlos en presencia de oxígeno.**

Deducir ecuaciones para las reacciones de combustión, incluidas las de hidrocarburos y alcoholes.

Reactividad 2.2: ¿Por qué suele considerarse que una elevada energía de activación es una propiedad útil de un combustible?

Reactividad 3.2: ¿Qué especies son los agentes oxidantes y reductores en una reacción de combustión?

|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 1.3.2: La combustión incompleta de los compuestos orgánicos, en especial de los hidrocarburos, conduce a la producción de monóxido de carbono y carbono.</b><br>Deducir ecuaciones para la combustión incompleta de hidrocarburos y alcoholes. |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | Indagación 2: ¿Qué se podría observar cuando un combustible como el metano se quema con un suministro limitado de oxígeno?<br>Reactividad 2.1: ¿Cómo afecta a los productos e incrementa los riesgos para la salud el hecho de limitar el suministro de oxígeno en la combustión? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 1.3.3: Los combustibles fósiles son el carbono, el petróleo crudo y el gas natural, que presentan distintas ventajas e inconvenientes.</b><br>Evaluar la cantidad de dióxido de carbono emitido a la atmósfera durante la combustión de distintos combustibles.<br>Comprender la relación entre la concentración de dióxido de carbono y el efecto invernadero. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Se debe incluir la tendencia a la combustión incompleta y la energía liberada por unidad de masa.                                                                                                                                                                                                                                                                              | Estructura 3.2: ¿Por qué los hidrocarburos más grandes tienen una mayor tendencia a experimentar combustión incompleta?<br>Estructura 3.2 (NS): ¿Por qué el dióxido de carbono se describe como un gas de efecto invernadero?<br>Naturaleza de la ciencia, Reactividad 3.2: ¿Cuáles son algunas de las repercusiones ambientales, económicas, éticas y sociales de la quema de combustibles fósiles? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Reactividad 1.3.4: Los biocombustibles se producen a partir de la fijación biológica del carbono que ocurre en un breve período de tiempo a través de la fotosíntesis.</b><br>Comprender la diferencia entre las fuentes de energía renovable y no renovable.<br>Considerar las ventajas e inconvenientes de los biocombustibles. |  |
| Deben conocerse los reactantes y productos de la fotosíntesis.                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 1.3.5: Una pila de combustible puede usarse para convertir directamente la energía química de un combustible en energía eléctrica.</b><br>Deducir semiecuaciones para las reacciones que se producen en los electrodos de una pila de combustible. |                                                                                                                        |
| Se deben incluir el hidrógeno y el metanol como combustibles para las pilas de combustible.<br>No se evaluará el uso de membranas de intercambio de protones.                                                                                                     | Reactividad 3.2: ¿Cuáles son las principales diferencias entre una pila de combustible y una pila primaria (voltaica)? |

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Reactividad 1.3**

### **Reactividad 1.4 Entropía y espontaneidad (TANS)**

**Pregunta de orientación:** ¿Qué determina la dirección del cambio químico?

**Temas adicionales del Nivel Superior: 5 horas**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Reactividad 1.4.1: La entropía, <math>S</math>, es una medida de la dispersión o distribución de la materia y/o energía de un sistema. Cuantas más formas posibles haya de distribuir la energía, mayor será la entropía. En las mismas condiciones, la entropía de un gas es mayor que la de un líquido, que a su vez es mayor que la de un sólido.</b></p> <p>Predecir si un cambio físico o químico producirá un aumento o una disminución de la entropía de un sistema.</p> <p>Calcular variaciones de la entropía estándar, <math>\Delta S^\ominus</math>, a partir de los valores de la entropía estándar, <math>S^\ominus</math>.</p> |                                                                                          |
| Los valores de la entropía estándar se dan en el cuadernillo de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Estructura 1.1: ¿Por qué se piensa que la entropía de un cristal perfecto a 0 K es cero? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>Reactividad 1.4.2: La variación de la energía de Gibbs, <math>\Delta G</math>, relaciona la energía que se puede obtener de una reacción química con la variación de entalpía, <math>\Delta H</math>, la variación de entropía, <math>\Delta S</math>, y la temperatura absoluta, <math>T</math>.</b></p> <p>Aplicar la ecuación <math>\Delta G^\ominus = \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus</math> para calcular los valores desconocidos de esos términos.</p> |  |
| Los valores de los datos termodinámicos se dan en el cuadernillo de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| Tenga en cuenta las unidades: $\Delta H$ kJ mol <sup>-1</sup> ; $\Delta S$ J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> ; $\Delta G$ kJ mol <sup>-1</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Reactividad 1.4.3: A presión constante, un cambio es espontáneo si la variación de la energía de Gibbs, <math>\Delta G</math>, es negativa.</b></p> <p>Interpretar el signo de <math>\Delta G</math> calculado a partir de datos termodinámicos.</p> <p>Determinar la temperatura a la que una reacción se vuelve espontánea.</p> |                                                                                                                     |
| $\Delta G$ tiene en cuenta la variación directa de entropía que resulta de la transformación de las sustancias químicas y la variación indirecta de la entropía de los alrededores como resultado de la transferencia de energía calórica.                                                                                              | Reactividad 3.2: ¿Cómo se pueden usar también datos electroquímicos para predecir la espontaneidad de una reacción? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Reactividad 1.4.4: A medida que la reacción se acerca al equilibrio, <math>\Delta G</math> se vuelve menos negativa y acaba haciéndose cero.</b></p> <p>Realizar cálculos empleando la ecuación <math>\Delta G = \Delta G^\ominus + RT \ln Q</math> y su aplicación a un sistema en equilibrio <math>\Delta G^\ominus = -RT \ln K</math>.</p> |                                                                                                                      |
| Las ecuaciones se dan en el cuadernillo de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Reactividad 2.3: ¿Cuál es la composición probable de una mezcla en equilibrio cuando $\Delta G^\ominus$ es positiva? |

## Reactividad 2. Cantidad, velocidad y alcance

### Reactividad 2.1 La cantidad de cambio químico

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo se usan las ecuaciones químicas para calcular las relaciones de reacción?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 7 horas**

|                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Reactividad 2.1.1: Las ecuaciones químicas muestran la relación entre los reactantes y los productos de una reacción.</b></p> <p>Deducir ecuaciones químicas dados los reactantes y los productos.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                  |                                                               |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Incluir el uso de símbolos de estado en las ecuaciones químicas. | Reactividad 3.2: ¿Cuándo resulta útil emplear semiecuaciones? |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

**Reactividad 2.1.2: La relación molar de una ecuación puede usarse para determinar:**

- **Las masas o los volúmenes de reactantes y productos**
- **Las concentraciones de reactantes y productos para reacciones que ocurren en una solución.**

Calcular las masas o volúmenes reaccionantes y las concentraciones de reactantes y productos.

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La ley de Avogadro y las definiciones de concentración molar se abordan en Estructura 1.4.<br>En los cálculos deben usarse los valores de $A_r$ con dos cifras decimales que se dan en el cuadernillo de datos. | Estructura 1.5: ¿Cómo varía el volumen molar de un gas con los cambios de temperatura y presión?<br>Naturaleza de la ciencia, Estructura 1.4: ¿En qué sentidos la ley de Avogadro nos ayuda a describir, pero no a explicar, el comportamiento de los gases? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Reactividad 2.1.3: El reactante limitante determina el rendimiento teórico.**

Identificar los reactantes limitantes y en exceso a partir de determinados datos.

|                                                                        |                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Distinguir entre el rendimiento teórico y el rendimiento experimental. | Herramienta 1, Indagación 1, 2 y 3: ¿Qué errores pueden provocar que el rendimiento experimental sea i) mayor y ii) menor que el rendimiento teórico? |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Reactividad 2.1.4: El rendimiento porcentual se calcula como el cociente entre el rendimiento experimental y el rendimiento teórico.**

Resolver problemas donde intervengan cantidades reaccionantes, reactantes limitantes y en exceso, y rendimientos teóricos, experimentales y porcentuales.

**Reactividad 2.1.5: La eficiencia atómica es una medida de la eficiencia usada en la química ecológica.**

Calcular la eficiencia atómica a partir de la estequiometría de una reacción.

|                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Incluir una discusión de la relación inversa entre la eficiencia atómica y el desperdicio en los procesos industriales.<br>La ecuación para calcular la eficiencia atómica se da en el cuadernillo de datos. | Estructura 2.4, Reactividad 2.2: La eficiencia atómica y el rendimiento porcentual proporcionan información importante sobre la "eficiencia" de un proceso químico. ¿Qué otros factores deben considerarse en esta evaluación? |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Reactividad 2.1**

**Reactividad 2.2 La velocidad del cambio químico**

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo se puede controlar la velocidad de una reacción?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 9 horas**

**Reactividad 2.2.1: La velocidad de reacción se expresa como la variación de la concentración de un determinado reactante/producto por unidad de tiempo.**

Determinar velocidades de reacción.

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se debe incluir el cálculo de velocidades de reacción a partir de las tangentes en los gráficos de concentración, volumen o masa en función del tiempo. | Herramientas 1 y 3, Indagación 2: Los cambios de concentración en las reacciones no se suelen medir directamente. ¿Qué métodos se emplean para proporcionar datos destinados a determinar la velocidad de las reacciones? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Herramienta 1: ¿Qué experimentos para medir velocidades de reacción podrían usar el tiempo como i) variable dependiente ii) variable independiente? |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Reactividad 2.2.2: Las especies reaccionan como consecuencia de las colisiones con energía suficiente y orientación adecuada.**

Explicar la relación entre la energía cinética de las partículas y la temperatura en Kelvin, y el papel de la geometría de la colisión.

|  |                                                                                                        |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Estructura 1.1: ¿Qué relación existe entre la teoría cinética molecular y la teoría de las colisiones? |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Reactividad 2.2.3: Los factores que afectan a la velocidad de una reacción son la presión, la concentración, la superficie, la temperatura y la presencia de un catalizador.**

Predecir y explicar los efectos de cambiar las condiciones sobre la velocidad de reacción.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Herramienta 1: ¿Qué variables deben controlarse al estudiar el efecto de un factor sobre la velocidad de una reacción?<br><br>Naturaleza de la ciencia, Herramienta 3, Indagación 3: ¿Cómo pueden los gráficos proporcionar pruebas de los errores sistemáticos y aleatorios? |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Reactividad 2.2.4: La energía de activación,  $E_a$  es la energía mínima que necesitan las partículas que chocan para producir colisiones efectivas que den lugar a una reacción.**

Construir curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann para explicar el efecto de la temperatura sobre la probabilidad de las colisiones efectivas.

**Reactividad 2.2.5: Los catalizadores aumentan la velocidad de reacción proporcionando una ruta de reacción alternativa con menor  $E_a$ .**

Dibujar aproximadamente y explicar los perfiles de energía con y sin catalizadores para reacciones endotérmicas y exotérmicas.

Construir curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann para explicar el efecto de distintos valores de  $E_a$  sobre la probabilidad de las colisiones efectivas.

|                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los catalizadores biológicos se llaman enzimas.<br>No se evaluarán los diferentes mecanismos de los catalizadores homogéneos y heterogéneos. | Reactividad 2.3: ¿Cuál es el efecto relativo de un catalizador sobre la velocidad de las reacciones directa e inversa?<br><br>Estructura 3.1 (NS): ¿Qué características de los elementos de transición hacen que sean útiles como catalizadores? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Temas adicionales del Nivel Superior: 6 horas**

**Reactividad 2.2.6: Muchas reacciones tienen lugar en una serie de etapas elementales. La etapa más lenta determina la velocidad de la reacción.**

Evaluar mecanismos de reacción propuestos y reconocer los intermediarios de la reacción.

Distinguir entre intermediarios y estados de transición, e identificar ambos en los perfiles de energía de las reacciones.

|                                                                                             |                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se deben incluir ejemplos en los que la etapa que determina la velocidad no sea la primera. | Reactividad 3.4: ¿Qué mecanismo de la hidrólisis de los haluros de alquilo involucra un intermediario? |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Los mecanismos de reacción propuestos deben ser compatibles con los datos cinéticos y estequiométricos.

**Reactividad 2.2.7: Los perfiles de energía pueden usarse para mostrar la energía de activación y el estado de transición de la etapa que determina la velocidad en una reacción con varias etapas.**

Construir e interpretar perfiles de energía a partir de datos cinéticos.

**Reactividad 2.2.8: La molecularidad de una etapa elemental es el número de partículas reaccionantes que intervienen en esa etapa.**

Interpretar los términos *monomolecular*, *bimolecular* y *trimolecular*.

**Reactividad 2.2.9: Las ecuaciones de velocidad dependen del mecanismo de reacción y solo se pueden determinar experimentalmente.**

Deducir la ecuación de velocidad de una reacción a partir de datos experimentales.

**Reactividad 2.2.10: El orden de una reacción con respecto a un reactante es el exponente al que está elevada la concentración del reactante en la ecuación de velocidad.**

**El orden con respecto a un reactante describe el número de partículas que intervienen en la etapa que determina la velocidad de reacción.**

**El orden de reacción total es la suma de los órdenes con respecto a cada reactante.**

Dibujar aproximadamente, identificar y analizar representaciones gráficas de reacciones de orden cero, primer orden y segundo orden.

Se deben incluir gráficos de la concentración en función del tiempo y de la velocidad en función de la concentración.

Solo se evaluarán valores enteros del orden de reacción.

Herramientas 1 y 3, Indagación 2: ¿Qué mediciones son necesarias para deducir el orden de reacción para un reactante concreto?

Naturaleza de la ciencia: ¿Por qué los mecanismos de reacción se consideran solo "posibles mecanismos"?

**Reactividad 2.2.11: La constante de velocidad,  $k$ , depende de la temperatura y sus unidades vienen determinadas por el orden total de la reacción.**

Resolver problemas relacionados con la ecuación de velocidad, incluidas las unidades de  $k$ .

Reactividad 3.4: ¿Cuáles son las ecuaciones de velocidad y las unidades de  $k$  para las reacciones de los haluros de alquilo primarios y terciarios con un álcali en solución acuosa?

**Reactividad 2.2.12: La ecuación de Arrhenius emplea la dependencia de la constante de velocidad con la temperatura para determinar la energía de activación.**

Describir la relación cualitativa entre la temperatura y la constante de velocidad.

Analizar representaciones gráficas de la ecuación de Arrhenius, incluida su forma lineal.

La ecuación de Arrhenius y su forma lineal se dan en el cuadernillo de datos.

**Reactividad 2.2.13: El factor de Arrhenius,  $A$ , tiene en cuenta la frecuencia de las colisiones con orientación adecuada.**

Determinar la energía de activación y el factor de Arrhenius a partir de datos experimentales.

### Reactividad 2.3 El alcance del cambio químico

**Pregunta de orientación:** ¿Cómo se puede influir en el alcance de una reacción reversible?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 5 horas**

**Reactividad 2.3.1: En un sistema cerrado se alcanza un estado de equilibrio dinámico cuando se igualan las velocidades de las reacciones directa e inversa.**

Describir las características de un sistema físico y químico en equilibrio.

**Reactividad 2.3.2: La ley del equilibrio describe cómo determinar la constante de equilibrio,  $K$ , a partir de la estequiometría de una reacción.**

Deducir la expresión de la constante de equilibrio a partir de una ecuación para una reacción homogénea.

**Reactividad 2.3.3: La magnitud de la constante de equilibrio indica el alcance de una reacción en el equilibrio y depende de la temperatura.**

Determinar las relaciones entre los valores de  $K$  para reacciones que son inversas entre sí a la misma temperatura.

Incluir el alcance de la reacción para  $K \ll 1$ ,  $K < 1$ ,  $K = 1$ ,  $K > 1$ ,  $K \gg 1$ .

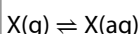
Reactividad 3.1: ¿De qué forma el valor de  $K$  para la disociación de un ácido transmite información sobre su fuerza?

**Reactividad 2.3.4: El principio de Le Châtelier permite predecir los efectos cualitativos de los cambios en la concentración, temperatura y presión de un sistema en equilibrio.**

Aplicar el principio de Le Châtelier para predecir y explicar las respuestas de los sistemas en equilibrio a los cambios.

Incluir los efectos sobre el valor de  $K$  y sobre la composición en equilibrio.

El principio de Le Châtelier puede aplicarse a equilibrios heterogéneos como:



Reactividad 2.2: ¿Por qué los catalizadores no tienen ningún efecto sobre el valor de  $K$  o sobre la composición en equilibrio?

**Temas adicionales del Nivel Superior: 4 horas**

**Reactividad 2.3.5: El cociente de reacción,  $Q$ , se calcula usando la expresión de equilibrio con concentraciones de reactantes y productos que no son las de equilibrio.**

Calcular el cociente de reacción  $Q$  a partir de las concentraciones de reactantes y productos en un momento concreto, y determinar la dirección en la que avanzará la reacción para alcanzar el equilibrio.

**Reactividad 2.3.6: La ley del equilibrio es la base para cuantificar la composición de una mezcla en equilibrio.**

Resolver problemas que incluyan valores de  $K$  y las concentraciones inicial y de equilibrio de los componentes de una mezcla en equilibrio.

Debe comprenderse la aproximación  $[\text{reactante}]_{\text{inicial}} \approx [\text{reactante}]_{\text{equilibrio}}$  cuando  $K$  es muy pequeña.

No se espera el uso de ecuaciones cuadráticas. Solo se evaluarán los equilibrios homogéneos.

Reactividad 3.1: ¿Cómo nos ayuda la ley del equilibrio a determinar el pH de un ácido débil, una base débil o una solución tampón?

**Reactividad 2.3.7: La constante de equilibrio y la variación de la energía de Gibbs,  $\Delta G$ , pueden usarse para medir la posición de una reacción de equilibrio.**

Cálculos empleando la ecuación  $\Delta G^\ominus = -RT \ln K$ .  
La ecuación se da en el cuadernillo de datos.

Reactividad 1.4: ¿Cómo se puede usar la energía de Gibbs para explicar qué reacción, la directa o la inversa, se ve favorecida antes de alcanzar el equilibrio?

## Reactividad 3. ¿Cuáles son los mecanismos del cambio químico?

### Reactividad 3.1 Reacciones de transferencia de protones

**Pregunta de orientación:** ¿Qué ocurre cuando se transfieren protones?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 8 horas**

**Reactividad 3.1.1: Un ácido de Brønsted-Lowry es un donante de protones y una base de Brønsted-Lowry es un receptor de protones.**

Deducir el ácido y la base de Brønsted-Lowry en una reacción.

Un protón en una solución acuosa puede representarse como  $H^+(aq)$  o como  $H_3O^+(aq)$ .  
Debe comprenderse la distinción entre los términos *base* y *álcali*.

Naturaleza de la ciencia, Reactividad 3.4: ¿Por qué ha evolucionado con el tiempo la definición de ácido?

**Reactividad 3.1.2: Un par de especies que difieren en un único protón se denominan par conjugado ácido-base.**

Deducir la fórmula del ácido conjugado o la base conjugada de cualquier base o ácido de Brønsted-Lowry.

Estructura 2.1: ¿Cuáles son los ácidos conjugados de los aniones poliatómicos enumerados en Estructura 2.1?

**Reactividad 3.1.3: Algunas especies pueden actuar como ácidos y bases de Brønsted-Lowry.**

Interpretar y formular ecuaciones para mostrar las reacciones ácido-base de estas especies.

Estructura 3.1: ¿Cuál es la tendencia periódica en las propiedades ácido-base de los óxidos metálicos y no metálicos?

Estructura 3.1: ¿Por qué la emisión de óxidos de nitrógeno y azufre a la atmósfera provoca lluvia ácida?

**Reactividad 3.1.4: La escala de pH puede usarse para describir la  $[H^+]$  de una solución:**

$$pH = -\log_{10}[H^+]; [H^+] = 10^{-pH}$$

Realizar cálculos donde intervenga la relación logarítmica entre el pH y la  $[H^+]$ .

Incluir la estimación del pH mediante el indicador universal y la medición precisa del pH con un pehachímetro o sonda de pH.  
Las ecuaciones del pH se dan en el cuadernillo de datos.

Herramientas 1, 2 y 3: ¿Qué forma tiene un gráfico esquemático del pH en función de la  $[H^+]$ ?

Naturaleza de la ciencia, Herramienta 2: ¿Cuándo son los sensores digitales (p. ej., sondas de pH) más adecuados que los métodos analógicos (p. ej., papel/solución de pH)?

**Reactividad 3.1.5: La constante del producto iónico del agua,  $K_w$ , muestra una relación inversa entre  $[H^+]$  y  $[OH^-]$ .  $K_w = [H^+][OH^-]$**

Identificar las soluciones como ácidas, neutras y básicas a partir de los valores relativos de  $[H^+]$  y  $[OH^-]$ .

La ecuación de  $K_w$  y su valor a 298 K se dan en el cuadernillo de datos.

Reactividad 2.3: ¿Por qué aumenta el grado de ionización del agua al aumentar la temperatura?

**Reactividad 3.1.6: Los ácidos y bases fuertes y débiles se diferencian en su grado de ionización.**

Reconocer que los equilibrios ácido-base se hallan en la dirección del conjugado más débil.

HCl, HBr, HI,  $HNO_3$  y  $H_2SO_4$  son ácidos fuertes, y los hidróxidos de elementos del grupo 1 son bases fuertes.

Se debe incluir la distinción entre ácidos o bases fuertes y débiles, y entre reactivos concentrados y diluidos.

Reactividad 2.3: ¿Qué diferencias cabría esperar entre las constantes de equilibrio de los ácidos fuertes y débiles?

Reactividad 1.1: ¿Por qué la fuerza ácida de los haluros de hidrógeno aumenta al bajar en el grupo 17?

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Qué propiedades físicas y químicas pueden observarse para distinguir entre ácidos o bases fuertes y débiles con la misma concentración?

**Reactividad 3.1.7: Los ácidos reaccionan con bases en las reacciones de neutralización.**

Formular las ecuaciones de las reacciones entre ácidos y óxidos metálicos, hidróxidos metálicos, hidrogenocarbonatos y carbonatos.

Identificar el ácido y la base de partida de distintas sales.

Las bases deben incluir el amoníaco, aminas, carbonatos solubles e hidrogenocarbonatos; los ácidos deben incluir ácidos orgánicos.

Herramienta 1, Estructura 1.1: ¿Cómo se pueden separar las sales formadas en reacciones de neutralización?

Reactividad 1.1: Las reacciones de neutralización son exotérmicas. ¿Cómo puede explicarse esto a partir de las entalpías de enlace?

Reactividad 3.2: ¿Cómo podríamos clasificar la reacción que ocurre cuando se emite hidrógeno gaseoso en la reacción entre un ácido y un metal?

**Reactividad 3.1.8: Las curvas de pH para las reacciones de neutralización entre ácidos y bases fuertes tienen formas y propiedades características.**

Dibujar aproximadamente e interpretar la forma general de la curva de pH.

La interpretación debe incluir el punto de corte con el eje del pH y el punto de equivalencia.

Solo se evaluarán las reacciones de neutralización monopróticas.

Estructura 1.4: ¿Por qué a veces al punto de punto de equivalencia se le llama punto estequiométrico?

Herramientas 1 y 3, Estructura 1.3: ¿Cómo se puede usar la titulación para calcular la concentración de un ácido o base en solución?

**Temas adicionales del Nivel Superior: 9 horas**

**Reactividad 3.1.9: La escala de pOH describe la  $[OH^-]$  de una solución.  $pOH = -\log_{10}[OH^-]$ ;  $[OH^-] = 10^{-pOH}$**

Realizar conversiones entre  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  y los valores de pH y pOH.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Las ecuaciones del pOH se dan en el cuadernillo de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Reactividad 3.1.10: Las fuerzas de los ácidos y bases débiles quedan descritas por sus valores de <math>K_a</math>, <math>K_b</math>, <math>pK_a</math> o <math>pK_b</math>.</b></p> <p>Interpretar las fuerzas relativas de ácidos y bases a partir de estos datos.</p>                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Reactividad 3.1.11: Para un par conjugado ácido-base, la relación <math>K_a \times K_b = K_w</math> puede derivarse a partir de las expresiones de <math>K_a</math> y <math>K_b</math>.</b></p> <p>Resolver problemas con estos valores.</p>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |
| No se espera el uso de ecuaciones cuadráticas en los cálculos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Reactividad 2.3: ¿Cómo podemos simplificar los cálculos cuando las constantes de equilibrio $K_a$ y $K_b$ son muy pequeñas?                                                                |
| <p><b>Reactividad 3.1.12: El pH de una solución salina depende de las fuerzas relativas del ácido y la base de partida.</b></p> <p>Construir ecuaciones para la hidrólisis de iones en una sal y predecir el efecto de cada ion sobre el pH de la solución salina.</p>                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                            |
| Los ejemplos deben incluir el ion amonio ( $NH_4^+$ ), el ion carboxilato ( $RCOO^-$ ), el ion carbonato ( $CO_3^{2-}$ ) y el ion hidrogenocarbonato ( $HCO_3^-$ ).<br><br>No se requiere la acidez de los iones hidratados de elementos de transición y $Al^{3+}$ (aq).                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Reactividad 3.1.13: Las curvas de pH para distintas combinaciones de ácidos y bases monopróticos fuertes y débiles tienen formas y propiedades características.</b></p> <p>Interpretar la forma general de las curvas de pH para las cuatro combinaciones de ácidos y bases fuertes y débiles.</p>                                                                                        |                                                                                                                                                                                            |
| La interpretación debe incluir: punto de corte con el eje del pH, punto de equivalencia, región tampón, puntos donde $pH = pK_a$ o $pOH = pK_b$ .                                                                                                                                                                                                                                               | Herramienta 1: Al obtener datos para generar una curva de pH, ¿cuándo se deben añadir volúmenes más pequeños de titulante entre las mediciones?                                            |
| <p><b>Reactividad 3.1.14: Los indicadores ácido-base son ácidos débiles donde los componentes del par ácido-base conjugado tienen distinto color. El pH del punto final de un indicador, donde cambia de color, corresponde aproximadamente a su valor de <math>pK_a</math>.</b></p> <p>Construir expresiones de equilibrio para mostrar por qué el color de un indicador cambia con el pH.</p> |                                                                                                                                                                                            |
| La fórmula generalizada $HInd(aq)$ puede emplearse para representar la forma no disociada de un indicador.<br><br>En el cuadernillo de datos se dan ejemplos de indicadores con su rango de pH.<br><br>Incluir el indicador universal como una mezcla de muchos indicadores con un amplio rango de pH donde cambia el color.                                                                    | Herramienta 1, Indagación 2, Reactividad 3.2: ¿Cuáles son algunas de las semejanzas y diferencias entre los indicadores usados en las titulaciones ácido-base y en las titulaciones redox? |
| <p><b>Reactividad 3.1.15: Un indicador apropiado para una titulación tiene un rango del punto final que coincide con el pH en el punto de equivalencia.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                            |

Identificar un indicador apropiado para una titulación a partir de la identidad de la sal y el rango de pH del indicador.

Distinguir entre los términos *punto final* y *punto de equivalencia*.

**Reactividad 3.1.16: Una solución tampón es una que se resiste a cambiar de pH cuando se le añaden pequeñas cantidades de un ácido o álcali.**

Describir la composición de tampones ácidos y básicos y explicar su acción.

Reactividad 2.3: ¿Por qué las soluciones tampón deben estar compuestas por sistemas conjugados de ácidos o bases débiles, y no de ácidos o bases fuertes?

**Reactividad 3.1.17: El pH de una solución tampón depende de:**

- El  $pK_a$  o  $pK_b$  de su ácido o base
- La relación entre la concentración del ácido o base y la concentración de la base o el ácido conjugados.

Resolver problemas que involucren la composición y el pH de una solución tampón, utilizando la constante de equilibrio.

Incluir una explicación del efecto de dilución de un tampón.

Reactividad 2.3: ¿Cómo nos permite el principio de Le Châtelier interpretar el comportamiento de los indicadores y las soluciones tampón?

## Reactividad 3.2 Reacciones de transferencia de electrones

**Pregunta de orientación:** ¿Qué ocurre cuando se transfieren electrones?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 10 horas**

**Reactividad 3.2.1: La oxidación y la reducción pueden describirse a partir de la transferencia de electrones, la variación del estado de oxidación, la ganancia/pérdida de oxígeno o la pérdida/ganancia de hidrógeno.**

Deducir los estados de oxidación de un átomo en un compuesto o un ion.

Identificar las especies que se oxidan y reducen, y los agentes oxidante y reductor, en una reacción química.

Incluir ejemplos para ilustrar los estados de oxidación variables de los iones de los elementos de transición y de la mayoría de los no metales del grupo principal.

Incluir el uso de números de oxidación para nombrar compuestos.

Estructura 3.1: ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones de emplear estados de oxidación para estudiar los cambios redox?

Estructura 2.3: La oxidación superficial de los metales suele conocerse como corrosión. ¿Cuáles son algunas de las consecuencias de este proceso?

**Reactividad 3.2.2: Las semiecuaciones separan los procesos de oxidación y reducción, mostrando la pérdida o ganancia de electrones.**

Deducir semiecuaciones y ecuaciones redox para soluciones ácidas o neutras.

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Por qué algunas titulaciones redox se describen como "autoindicadoras"?

**Reactividad 3.2.3: Es posible predecir la facilidad relativa con la que se oxida o reduce un elemento de un grupo a partir de su posición en la tabla periódica.**

**Las reacciones entre metales e iones metálicos en solución acuosa demuestran la facilidad relativa con la que se oxidan distintos metales.**

Predecir la facilidad relativa con la que se oxidan los metales.

Predecir la facilidad relativa con la que se reducen los halógenos.

Interpretar datos relacionados con las reacciones de metales e iones metálicos.

No es necesario aprender la reactividad relativa de los metales observada en las reacciones de desplazamiento metal/ion metálico; en las preguntas de los exámenes se proporcionarán los datos correspondientes.

Estructura 3.1: ¿Por qué aumenta la reactividad de los metales y disminuye la reactividad de los no metales al bajar en los grupos principales de la tabla periódica?

Herramienta 1, Indagación 2: ¿Qué observaciones se pueden realizar cuando los metales están mezclados con iones metálicos en solución acuosa, y cuando las soluciones de halógenos están mezcladas con iones haluro en solución acuosa?

**Reactividad 3.2.4: Los ácidos reaccionan con los metales reactivos para emitir hidrógeno.**

Deducir ecuaciones para las reacciones de metales reactivos con HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluidos.

**Reactividad 3.2.5: En una celda electroquímica, la oxidación se produce en el ánodo y la reducción en el cátodo.**

Identificar los electrodos como ánodo y cátodo e identificar su signo/polaridad en pilas voltaicas y celdas electrolíticas, a partir del tipo de reacción que tiene lugar en el electrodo.

**Reactividad 3.2.6: Una pila primaria (voltaica) es una celda electroquímica que convierte la energía de reacciones rédox espontáneas en energía eléctrica.**

Explicar la dirección del flujo de electrones desde el ánodo al cátodo en el circuito externo, así como el movimiento de iones a través del puente salino.

La construcción de pilas primarias debe incluir: semiceldas de metal/ion metálico, ánodo, cátodo, circuito eléctrico y puente salino.

Reactividad 1.3: La energía eléctrica puede provenir de la combustión de combustibles fósiles o de reacciones electroquímicas. ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias entre estas reacciones?

**Reactividad 3.2.7: Las pilas secundarias (recargables) implican reacciones rédox que se pueden invertir usando energía eléctrica.**

Deducir las reacciones del proceso de carga dadas las reacciones de descarga en los electrodos, y viceversa.

Incluir una discusión de las ventajas e inconvenientes de las pilas de combustible, pilas primarias y pilas secundarias.

Reactividad 2.3: Las pilas secundarias se basan en reacciones en los electrodos que son reversibles. ¿Cuáles son las características comunes de estas reacciones?

**Reactividad 3.2.8: Una celda electrolítica es una celda electroquímica que convierte energía eléctrica en energía química, y da lugar así a reacciones no espontáneas.**

Explicar cómo se conduce la corriente en una celda electrolítica.

Deducir los productos de la electrólisis de una sal fundida.

|                                                                                                                                                    |                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| La construcción de celdas electrolíticas debe incluir: fuente de alimentación de corriente continua conectada al ánodo y al cátodo, y electrolito. | Estructura 2.1: ¿En qué condiciones pueden los compuestos iónicos actuar como electrolitos? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.2.9: Los grupos funcionales de los compuestos orgánicos pueden oxidarse.</b><br>Deducir ecuaciones que muestren los cambios en los grupos funcionales durante la oxidación de alcoholes primarios y secundarios, incluida la reacción en dos etapas que tiene lugar en la oxidación de los alcoholes primarios. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Incluir una explicación del montaje experimental para la destilación y el reflujo.<br>Se debe incluir el hecho de que los alcoholes terciarios no se oxidan en condiciones similares.<br>No se evaluarán los nombres y fórmulas de agentes oxidantes concretos, ni tampoco los mecanismos de oxidación.                          | Estructura 3.2: ¿Cómo afecta la naturaleza del grupo funcional de una molécula a sus propiedades físicas, como el punto de ebullición?<br>Reactividad 1.3: ¿Cuál es la diferencia entre la combustión y la oxidación de un alcohol?<br>Estructura 3.1 (NS): ¿Por qué se produce un cambio de color cuando un compuesto de un elemento de transición oxida un alcohol? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.2.10: Los grupos funcionales de los compuestos orgánicos pueden reducirse.</b><br>Deducir ecuaciones que muestren la reducción de los ácidos carboxílicos a alcoholes primarios a través del aldehído, y la reducción de cetonas a alcoholes secundarios. |                                                                                                                                                                                                                                             |
| Incluir el papel de los iones hidruro en la reacción de reducción.<br>No se evaluarán los nombres y fórmulas de agentes reductores concretos, ni tampoco los mecanismos de reducción.                                                                                      | Estructura 3.1: ¿Cómo se pueden usar los estados de oxidación para mostrar que las siguientes moléculas aparecen en orden creciente de oxidación: $\text{CH}_4$ , $\text{CH}_3\text{OH}$ , $\text{HCHO}$ , $\text{HCOOH}$ , $\text{CO}_2$ ? |

|                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.2.11: La reducción de compuestos insaturados mediante la adición de hidrógeno reduce el grado de insaturación.</b><br>Deducir los productos de las reacciones del hidrógeno con alquenos y alquinos. |                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                       | Reactividad 3.4: ¿Por qué algunas reacciones de alquenos se clasifican como reacciones de reducción y otras como reacciones de adición electrófila? |

#### Temas adicionales del Nivel Superior: 5 horas

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Reactividad 3.2.12: A la semicelda de hidrógeno <math>\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g})</math> se le asigna por convención un potencial estándar de electrodo igual a cero. Se emplea en la medición del potencial estándar de electrodo, <math>E^\ominus</math>.</b><br>Interpretar datos del potencial estándar de electrodo a partir de la facilidad de oxidación/reducción. |  |
| Los potenciales estándar de reducción se dan en el cuadernillo de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Reactividad 3.2.13: El potencial estándar de pila, <math>E^\ominus_{\text{pila}}</math>, puede calcularse a partir de los potenciales estándar de electrodo. El valor de <math>E^\ominus_{\text{pila}}</math> es positivo para una reacción espontánea.</b><br>Predecir si una reacción es espontánea en la dirección directa o inversa a partir de datos de $E^\ominus$ . |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|



**Reactividad 3.2.14: La ecuación  $\Delta G^\ominus = -nFE^\ominus_{\text{pila}}$  muestra la relación entre la variación estándar de la energía de Gibbs y el potencial estándar de pila de una reacción.**

Determinar el valor de  $\Delta G^\ominus$  a partir de datos de  $E^\ominus$ .

La ecuación de  $F$  y su valor en  $\text{C mol}^{-1}$  se dan en el cuadernillo de datos.

Reactividad 1.4: ¿Cómo se pueden usar también datos termodinámicos para predecir la espontaneidad de una reacción?

**Reactividad 3.2.15: Durante la electrólisis de las soluciones acuosas, pueden ocurrir reacciones competitivas en el ánodo y el cátodo, incluidas la oxidación y reducción del agua.**

Deducir a partir de los potenciales estándar de electrodo los productos de la electrólisis de soluciones acuosas.

Los procesos electrolíticos deben incluir la electrólisis del agua y de soluciones acuosas.

Los efectos de la concentración y la naturaleza del electrodo se limitan a la electrólisis de  $\text{NaCl(aq)}$  y  $\text{CuSO}_4\text{(aq)}$ .

**Reactividad 3.2.16: La electrodeposición consiste en el recubrimiento electrolítico de un objeto con una delgada capa metálica.**

Deducir las ecuaciones para las reacciones que ocurren en los electrodos durante la electrodeposición.

Herramienta 1: ¿Cómo se usa una celda electrolítica para la electrodeposición?

### Reactividad 3.3 Reacciones de reparto de electrones

**Pregunta de orientación:** ¿Qué ocurre cuando una especie posee un electrón no apareado?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 2 horas**

**Reactividad 3.3.1: Un radical es una entidad molecular que posee un electrón no apareado. Los radicales son muy reactivos.**

Identificar y representar radicales, p. ej.  $\cdot\text{CH}_3$  y  $\text{Cl}\cdot$ .

Estructura 2.1: ¿Cómo es posible que un radical sea un átomo, una molécula, un catión o un anión? Considerar ejemplos de cada tipo.

**Reactividad 3.3.2: Los radicales se producen por ruptura homolítica, p. ej. de halógenos, en presencia de luz ultravioleta (UV) o calor.**

Explicar, también con ecuaciones, la ruptura homolítica de los halógenos, conocida como la etapa de iniciación de una reacción en cadena.

Se debe incluir el uso de “anzuelos” para mostrar el movimiento de electrones individuales.

Reactividad 1.2: ¿Por qué los clorofluorocarbonos (CFC) presentes en la atmósfera se descomponen y liberan radicales de cloro pero normalmente no radicales de flúor?

Estructura 2.2: ¿Cuál es el proceso inverso de la ruptura homolítica?

Estructura 2.2: Los radicales de cloro liberados por los CFC pueden descomponer el ozono,  $\text{O}_3$ , pero no el oxígeno,  $\text{O}_2$ , en la estratosfera. ¿Qué sugiere esto

|  |                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------|
|  | sobre las fuerzas relativas de los enlaces de los dos alótopos? |
|--|-----------------------------------------------------------------|

**Reactividad 3.3.3: Los radicales participan en reacciones de sustitución con alcanos, generando una mezcla de productos.**

Explicar, empleando ecuaciones, las etapas de propagación y terminación en las reacciones entre alcanos y halógenos.

|                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Debe hacerse referencia a la estabilidad de los alcanos debido a la fuerza de los enlaces C-C y C-H y a su naturaleza esencialmente no polar. | Reactividad 2.2: ¿Por qué los alcanos se describen como cinéticamente estables pero termodinámicamente inestables? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Temas adicionales del Nivel Superior: ninguno para Reactividad 3.3**

**Reactividad 3.4 Reacciones de reparto de pares de electrones**

**Pregunta de orientación:** ¿Qué ocurre cuando los reactantes comparten sus pares de electrones con otros?

**Nivel Medio y Nivel Superior: 4 horas**

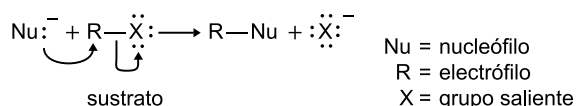
**Reactividad 3.4.1: Un nucleófilo es un reactante que forma un enlace con su compañero de reacción (el electrófilo) donando ambos electrones de enlace.**

Reconocer nucleófilos en las reacciones químicas.

|                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|
| Deben incluirse tanto especies neutras como con carga negativa. |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|

**Reactividad 3.4.2: En una reacción de sustitución nucleófila, un nucleófilo dona un par de electrones para formar un nuevo enlace, mientras otro enlace se rompe y produce un grupo saliente.**

Deducir ecuaciones con descripciones y explicaciones del movimiento de los pares de electrones en las reacciones de sustitución nucleófila.



|                                                                  |  |
|------------------------------------------------------------------|--|
| En el NM no se requieren detalles adicionales de los mecanismos. |  |
|------------------------------------------------------------------|--|

**Reactividad 3.4.3: La ruptura heterolítica es la rotura de un enlace covalente cuando ambos electrones de enlace permanecen con uno de los dos fragmentos formados.**

Explicar, con ecuaciones, la formación de iones por ruptura heterolítica.

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se deben usar flechas curvas para mostrar el movimiento de los pares de electrones durante las reacciones. | Reactividad 3.3: ¿Cuál es la diferencia entre la ruptura de enlace que forma un radical y la ruptura de enlace que ocurre en las reacciones de sustitución nucleófila? |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Reactividad 3.4.4: Un electrófilo es un reactante que forma un enlace con su compañero de reacción (el nucleófilo) aceptando los dos electrones de enlace de ese compañero de reacción.**

Reconocer electrófilos en las reacciones químicas.

|                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|
| Deben incluirse tanto especies neutras como con carga positiva. |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.4.5: Los alquenos son susceptibles de sufrir un ataque electrófilo debido a la elevada densidad electrónica del doble enlace carbono-carbono. Estas reacciones conducen a la adición electrófila.</b><br>Deducir las ecuaciones de las reacciones de los alquenos con agua, halógenos y haluros de hidrógeno. |                                                                                                                                                                                                                              |
| Los mecanismos de estas reacciones no se evaluarán en el NM.                                                                                                                                                                                                                                                                   | Reactividad 3.3: ¿Por qué el agua de bromo es decolorada en la oscuridad por los alquenos pero no por los alcanos?<br>Estructura 2.4: ¿Por qué los alquenos a veces se conocen como “moléculas iniciadoras” en la industria? |

**Temas adicionales del Nivel Superior: 7 horas**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.4.6: Un ácido de Lewis es un receptor de un par de electrones y una base de Lewis es un donante de un par de electrones.</b><br>Aplicar la teoría ácido-base de Lewis a la química inorgánica y orgánica para identificar el papel de las especies reaccionantes. |                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Reactividad 3.1: ¿Qué relación existe entre los ácidos y bases de Brønsted-Lowry y los ácidos y bases de Lewis? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.4.7: Cuando una base de Lewis reacciona con un ácido de Lewis, se forma un enlace de coordinación. Los nucleófilos son bases de Lewis y los electrófilos son ácidos de Lewis.</b><br>Dibujar con precisión e interpretar las fórmulas de Lewis de reactantes y productos para mostrar la formación de enlaces de coordinación en las reacciones ácido-base de Lewis. |                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Estructura 2.2: ¿Poseen los enlaces de coordinación alguna propiedad distinta a las de otros enlaces covalentes? |

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Reactividad 3.4.8: Los enlaces de coordinación se forman cuando los ligandos donan un par de electrones a cationes de elementos de transición para formar iones complejos.</b><br>Deducir la carga de un ion complejo, dada la fórmula del ion y los ligandos presentes. |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactividad 3.4.9: Las reacciones de sustitución nucleófila incluyen las reacciones entre haluros de alquilo y nucleófilos.</b><br>Describir y explicar los mecanismos de las reacciones de los haluros de alquilo primarios y terciarios con nucleófilos.                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Distinguir entre la reacción concertada de una etapa $S_N2$ de los haluros de alquilo primarios y la reacción de dos etapas $S_N1$ de los haluros de alquilo terciarios. Los haluros de alquilo secundarios pueden reaccionar por medio de ambos mecanismos. Se debe incluir la naturaleza estereoespecífica de las reacciones $S_N2$ . | Reactividad 2.2: ¿Qué diferencias cabría esperar entre los perfiles de energía de las reacciones $S_N1$ y $S_N2$ ?<br>Reactividad 2.2: ¿Cuáles son las ecuaciones de velocidad para estas reacciones $S_N1$ y $S_N2$ ?<br>Naturaleza de la ciencia, Reactividad 2.2: ¿Cómo de útiles son los modelos de mecanismos, como $S_N1$ y $S_N2$ ? |

**Reactividad 3.4.10: La velocidad de las reacciones de sustitución se ve afectada por la identidad del grupo saliente.**

Predecir y explicar las velocidades relativas de las reacciones de sustitución de distintos haluros de alquilo.

Los distintos haluros de alquilo deben incluir RCl, RBr, RI.

No se evaluarán los papeles del disolvente y del mecanismo de reacción en la velocidad.

Estructura 3.1: ¿Por qué el ion yoduro es un mejor grupo saliente que el ion cloruro?

**Reactividad 3.4.11: Los alquenos sufren con facilidad reacciones de adición electrófila.**

Describir y explicar los mecanismos de las reacciones entre alquenos simétricos y halógenos, agua y haluros de hidrógeno.

**Reactividad 3.4.12: La relativa estabilidad de los carbocationes en las reacciones de adición entre haluros de hidrógeno y alquenos asimétricos puede usarse para explicar el mecanismo de reacción.**

Predecir y explicar el producto principal de una reacción entre un alqueno asimétrico y un haluro de hidrógeno o agua.

**Reactividad 3.4.13: Las reacciones de sustitución electrófila incluyen las reacciones del benceno con electrófilos.**

Describir y explicar el mecanismo de la reacción entre el benceno y un electrófilo cargado, E<sup>+</sup>.

No se evaluará la formación del electrófilo.

Estructura 2.2: ¿Qué características del benceno, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, hacen que no sea propenso a sufrir reacciones de adición, pese a estar muy insaturado?

Reactividad 3.1: La nitración del benceno emplea una mezcla de ácidos nítrico y sulfúrico concentrados para generar un electrófilo fuerte, NO<sub>2</sub><sup>+</sup>. ¿Cómo se puede describir el comportamiento ácido/básico del HNO<sub>3</sub> en esta mezcla?

# La evaluación en el Programa del Diploma

## Información general

La evaluación es una parte fundamental de la enseñanza y el aprendizaje. El propósito fundamental de la evaluación en el Programa del Diploma (PD) debería ser apoyar los objetivos del currículo y fomentar un aprendizaje adecuado por parte del alumnado. En el PD, la evaluación es tanto interna como externa. Los trabajos preparados para la evaluación externa los corrige el personal de examinación del IB, mientras que los trabajos presentados para la evaluación interna los corrige el profesorado y los modera externamente el IB.

El IB reconoce dos tipos de evaluación:

- La evaluación formativa orienta la enseñanza y el aprendizaje. Proporciona al alumnado y al profesorado información útil y precisa sobre el tipo de aprendizaje que se está produciendo, y sobre los puntos fuertes y débiles de los alumnos y alumnas, lo que permite ayudarles a desarrollar su comprensión y aptitudes. La evaluación formativa también ayuda a mejorar la calidad de la enseñanza, pues gracias a la información que proporciona, se puede hacer un seguimiento del progreso de cada estudiante hacia el logro de los objetivos generales y de evaluación del curso (0404-01).
- La evaluación sumativa ofrece una perspectiva general del aprendizaje que se ha producido hasta un momento dado y se emplea para determinar los logros de cada estudiante al final de su programa de estudios o cerca de ese final (0404-04).

Una política de evaluación integral debe ser una parte fundamental de la enseñanza, el aprendizaje y la organización del curso. Para obtener más información, véase la publicación del IB *Normas para la implementación de los programas y aplicaciones concretas*.

El enfoque de evaluación adoptado por el IB no es normativo, sino que está relacionado con criterios. Es decir, se evalúa el trabajo del alumnado en relación con niveles de logro determinados y no en relación con el trabajo de otras personas. Para obtener más información sobre la evaluación en el Programa del Diploma, consulte la publicación titulada *Principios y prácticas de evaluación del IB: evaluaciones de calidad en la era digital*.

Para ayudar al personal docente en la planificación, implementación y evaluación de los cursos del PD, hay una variedad de recursos que se pueden consultar en el Centro de recursos para los programas o adquirir en la tienda virtual del IB ([store.ibo.org](https://store.ibo.org)). En el Centro de recursos para los programas pueden encontrarse también publicaciones tales como exámenes de muestra y esquemas de calificación, materiales de ayuda al profesor, informes generales de la asignatura y descriptores de calificaciones finales. En la tienda virtual del IB se pueden adquirir exámenes y esquemas de calificación de convocatorias anteriores.

## Métodos de evaluación

El IB emplea diversos métodos para evaluar el trabajo del alumnado.

### Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación se emplean cuando la tarea de evaluación es abierta. Cada criterio se concentra en una habilidad específica que se espera que demuestren los alumnos y alumnas. Los objetivos de evaluación describen lo que deberían ser capaces de hacer y los criterios de evaluación describen qué nivel deberían demostrar al hacerlo. Los criterios de evaluación permiten evaluar del mismo modo respuestas que pueden ser 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 que cada

estudiante ha conseguido. La puntuación máxima de cada criterio puede diferir en función de su importancia. Los puntos obtenidos en cada criterio se suman para obtener la puntuación total del trabajo en cuestión.

## Bandas de puntuación

Las bandas de puntuación exponen de forma integral el desempeño esperado y se utilizan para evaluar las respuestas del alumnado. 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. Del rango de puntos de cada descriptor de nivel se elige la puntuación que mejor corresponda al nivel que cada estudiante ha logrado.

## Esquemas de calificación analíticos

Estos esquemas se preparan para aquellas preguntas de examen que se deben contestar con un tipo concreto de respuesta o una respuesta final determinada. Detallan a quienes corrigen cómo desglosar la puntuación total disponible para cada pregunta con respecto a las diferentes partes de la respuesta.

## Notas para la corrección

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

# Adecuaciones inclusivas de acceso

Existen adecuaciones inclusivas de acceso disponibles para estudiantes con necesidades específicas de acceso. Las condiciones normales de evaluación pueden representar una desventaja para quienes tienen necesidades específicas de acceso a la evaluación, al impedirles demostrar su nivel de logro. Las adecuaciones inclusivas de acceso permiten a este colectivo demostrar su capacidad en condiciones de evaluación lo más justas posible.

En el documento del IB titulado *Política de acceso e inclusión* se explican detalladamente todas las adecuaciones inclusivas de acceso disponibles para el alumnado. El documento *La diversidad en el aprendizaje y la inclusión en los programas del IB: Eliminar las barreras para el aprendizaje* describe la postura del IB con respecto a los alumnos y alumnas con diversas necesidades de aprendizaje en los programas que ofrece. Para quienes sufren circunstancias adversas, la publicación *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma* (que se actualiza cada año), que contiene el reglamento general, incluye información detallada sobre los casos de consideración para el acceso a la evaluación.

# Responsabilidades del colegio

Los colegios deben garantizar que el alumnado con necesidades de apoyo para el aprendizaje cuenta con las adecuaciones de acceso equitativo y los ajustes razonables correspondientes según los documentos del IB titulados *Política de acceso e inclusión* y *La diversidad en el aprendizaje y la inclusión en los programas del IB: Eliminar las barreras para el aprendizaje*.

## Resumen de la evaluación: NM

### Primera evaluación: 2025

| Componente de evaluación                                                                                                                                                                                         | Porcentaje del total de la evaluación |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Evaluación externa (3 horas)</b>                                                                                                                                                                              | <b>80 %</b>                           |
| <b>Prueba 1 (1 hora y 30 minutos)</b><br>Prueba 1A: preguntas de opción múltiple<br>Prueba 1B: preguntas basadas en datos<br>(Total: 55 puntos)                                                                  | <b>36 %</b>                           |
| <b>Prueba 2 (1 hora y 30 minutos)</b><br>Preguntas de respuesta corta y de respuesta larga<br>(Total: 50 puntos)                                                                                                 | <b>44 %</b>                           |
| <b>Evaluación interna (10 horas)</b>                                                                                                                                                                             | <b>20 %</b>                           |
| La evaluación interna consiste en una tarea: la investigación científica.<br>Este componente lo evalúa internamente el personal docente y lo modera externamente el IB al final del curso.<br>(Total: 24 puntos) |                                       |

## Resumen de la evaluación: NS

### Primera evaluación: 2025

| Componente de evaluación                                                                                                                                                                                         | Porcentaje del total de la evaluación |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Evaluación externa (4 horas y 30 minutos)</b>                                                                                                                                                                 | <b>80 %</b>                           |
| <b>Prueba 1 (2 horas)</b><br>Prueba 1A: preguntas de opción múltiple<br>Prueba 1B: preguntas basadas en datos<br>(Total: 75 puntos)                                                                              | <b>36 %</b>                           |
| <b>Prueba 2 (2 horas y 30 minutos)</b><br>Preguntas de respuesta corta y de respuesta larga<br>(Total: 90 puntos)                                                                                                | <b>44 %</b>                           |
| <b>Evaluación interna (10 horas)</b>                                                                                                                                                                             | <b>20 %</b>                           |
| La evaluación interna consiste en una tarea: la investigación científica.<br>Este componente lo evalúa internamente el personal docente y lo modera externamente el IB al final del curso.<br>(Total: 24 puntos) |                                       |



## Evaluación externa

Para evaluar al alumnado se emplean esquemas de calificación detallados, específicos para cada prueba de examen (pruebas 1 y 2).

Es posible que el examen requiera una comprensión general teórica y práctica de la naturaleza de la ciencia.

### Descripción detallada de la evaluación externa: NM

#### Prueba 1

**Duración: 1 hora y 30 minutos**

**Porcentaje del total de la evaluación: 36 %**

**Puntos: 55**

**La prueba 1 se distribuye en dos cuadernillos de examen.**

Prueba 1A: 30 puntos

- 30 preguntas de opción múltiple sobre material del Nivel Medio únicamente
- No se descuentan puntos por respuestas incorrectas.

Prueba 1B: 25 puntos

- Preguntas basadas en datos
- Preguntas sobre trabajos experimentales

Las pruebas 1A y 1B deben realizarse juntas, sin interrupciones.

Las preguntas de la prueba 1 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Se permite el uso de calculadoras. Consulte el documento [Orientación sobre el uso de calculadoras en los exámenes](#) en el Centro de recursos para los programas.

Es necesario que cada estudiante disponga de un ejemplar sin anotaciones del cuadernillo de datos de Química durante el examen. El colegio será el encargado de descargarlo desde IBIS o el Centro de recursos para los programas, y asegurarse de contar con un número suficiente de copias disponibles para todo el alumnado.

#### Prueba 2

**Duración: 1 hora y 30 minutos**

**Porcentaje del total de la evaluación: 44 %**

**Puntos: 50**

- Preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre material del Nivel Medio únicamente

Las preguntas de la prueba 2 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Se permite el uso de calculadoras. Consulte el documento [Orientación sobre el uso de calculadoras en los exámenes](#) en el Centro de recursos para los programas.

Es necesario que cada estudiante disponga de un ejemplar sin anotaciones del cuadernillo de datos de Química durante el examen. El colegio será el encargado de descargarlo desde IBIS o el Centro de recursos para los programas, y asegurarse de contar con un número suficiente de copias disponibles para todo el alumnado.

## Descripción detallada de la evaluación externa: NS

### Prueba 1

**Duración: 2 horas**

**Porcentaje del total de la evaluación: 36 %**

**Puntos: 75**

**La prueba 1 se distribuye en dos cuadernillos de examen.**

Prueba 1A: 40 puntos

- 40 preguntas de opción múltiple sobre material del Nivel Medio y temas adicionales del Nivel Superior

No se descuentan puntos por respuestas incorrectas.

Prueba 1B: 35 puntos

- Preguntas basadas en datos
- Preguntas sobre trabajos experimentales

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| Las pruebas 1A y 1B deben realizarse juntas, sin interrupciones. |
|------------------------------------------------------------------|

Las preguntas de la prueba 1 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Se permite el uso de calculadoras. Consulte el documento *Orientación sobre el uso de calculadoras en los exámenes* en el Centro de recursos para los programas.

Es necesario que cada estudiante disponga de un ejemplar sin anotaciones del cuadernillo de datos de Química durante el examen. El colegio será el encargado de descargarlo desde IBIS o el Centro de recursos para los programas, y asegurarse de contar con un número suficiente de copias disponibles para todo el alumnado.

### Prueba 2

**Duración: 2 horas y 30 minutos**

**Porcentaje del total de la evaluación: 44 %**

**Puntos: 90**

- Preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre material del Nivel Medio y temas adicionales del Nivel Superior

Las preguntas de la prueba 2 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Se permite el uso de calculadoras. Consulte el documento *Orientación sobre el uso de calculadoras en los exámenes* en el Centro de recursos para los programas.

Es necesario que cada estudiante disponga de un ejemplar sin anotaciones del cuadernillo de datos de Química durante el examen. El colegio será el encargado de descargarlo desde IBIS o el Centro de recursos para los programas, y asegurarse de contar con un número suficiente de copias disponibles para todo el alumnado.

## 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 al alumnado demostrar la aplicación de sus habilidades y conocimientos, y dedicarse a aquellas áreas que despierten su interés personal, 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 en 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.

### Orientación y autoría original

La investigación científica (NM y NS) presentada para la evaluación interna debe ser un trabajo original del alumno o alumna. Sin embargo, no se pretende que cada estudiante decida el título o el tema y que se le deje trabajar en el componente de evaluación interna sin ningún tipo de ayuda de su docente. El equipo docente debe desempeñar un papel importante en las etapas de planificación y elaboración del trabajo de evaluación interna. Es su responsabilidad asegurarse de que el alumnado está familiarizado con:

- Los requisitos del tipo de trabajo que se va a evaluar internamente.
- Las directrices de experimentación en Ciencias.
- Los criterios de evaluación. Cada estudiante debe entender que el trabajo que presente para evaluación ha de abordar estos criterios eficazmente.

El profesorado y el alumnado deben discutir el trabajo que se va a evaluar internamente. Se debe animar al alumnado a dirigirse al equipo docente en busca de consejos e información y no se les debe penalizar por solicitar orientación. Como parte del proceso de aprendizaje, deben leer un borrador del trabajo y asesorar a sus estudiantes al respecto. Deben asesorarles oralmente o por escrito sobre la manera de mejorar el trabajo, pero no deben editar el borrador. La siguiente versión que se entregue debe ser la versión final.

El profesorado tiene la responsabilidad de asegurarse de que todo el alumnado entienda el significado y la importancia de los conceptos relacionados con la integridad académica, especialmente los de autoría original y propiedad intelectual. Deben verificar que todos los trabajos que se entreguen para su evaluación se hayan preparado conforme a los requisitos, y deben explicar claramente que el trabajo que se evalúa internamente debe ser original en su totalidad. Cuando se permita la colaboración entre estudiantes, debe quedarles clara la diferencia entre colaboración y colusión.

También le corresponde al equipo docente verificar la autoría original de todo trabajo que se envíe al IB para su moderación o evaluación, y no deben enviar ningún trabajo que constituya (o sospechen que constituye) un caso de conducta impropia. Cada estudiante debe confirmar que el trabajo es original y que es la versión final. Una vez que 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 todo el alumnado, no solo de quienes formen parte de la muestra que se enviará al IB para moderación. Para obtener más información, consulte las publicaciones del IB *Integridad académica*, *El Programa del Diploma: de los principios a la práctica* y el reglamento general pertinente (contenido en *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma*).

La autoría de los trabajos se puede comprobar discutiendo su contenido con el alumno o alumna y analizando en detalle uno o varios de los siguientes aspectos:

- La propuesta inicial del alumno o alumna

- El primer borrador del trabajo escrito
- Las referencias bibliográficas citadas
- El estilo de redacción, comparado con trabajos que se sabe que ha realizado
- El análisis del trabajo con un servicio en línea de detección de plagio como, por ejemplo, [www.turnitin.com](http://www.turnitin.com)

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

## 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, las habilidades y la comprensión necesarios para llevar a cabo el trabajo de evaluación interna, así como en el tiempo total dedicado a realizar el trabajo.

Se recomienda asignar al trabajo un total de aproximadamente 10 horas lectivas (tanto en el NM como en el NS). Estas horas deben incluir:

- Tiempo para explicar al alumnado los requisitos de la evaluación interna
- Tiempo de clase para que el alumnado trabaje en el componente de evaluación interna y plantee preguntas
- Tiempo para consultas entre el profesor o profesora y cada estudiante
- Tiempo para revisar el trabajo y evaluar cómo progresa, y para comprobar que es original

## Requisitos y recomendaciones de seguridad

Es responsabilidad de todas las personas implicadas en la educación científica el asumir un compromiso permanente con el trabajo práctico seguro y saludable.

Las prácticas y protocolos de trabajo deben proteger eficazmente al alumnado y el medio ambiente. Los colegios deberán ajustarse a las directrices nacionales o locales, que difieren de un país a otro. El material de ayuda al profesor de Química proporciona orientación adicional.

## Uso de los criterios de evaluación en la evaluación interna

Se ha establecido una serie de criterios de evaluación para la evaluación interna. Cada criterio de evaluación cuenta con descriptores que describen un nivel de logro específico y equivalen a un determinado rango de puntos. Los descriptores de nivel se centran en aspectos positivos, aunque, en los niveles más bajos, la descripción puede mencionar la falta de logros.

El equipo docente debe 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 de evaluación 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 cada estudiante, utilizando el modelo del descriptor más adecuado. Esto implica que, cuando un trabajo muestre niveles de logro distintos para los diferentes aspectos de un criterio, se deben 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 la puntuación correspondiente.
- Al evaluar un trabajo, deben leerse 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.

- En los casos en que un descriptor de nivel comprenda dos puntuaciones, el equipo docente debe conceder las puntuaciones más altas si el trabajo demuestra en gran medida las cualidades descritas; el trabajo puede estar cerca de alcanzar las puntuaciones del descriptor de nivel superior. Se deben conceder las puntuaciones más bajas si el trabajo 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 puntuaciones parciales, como fracciones o decimales.
- No se debe pensar en términos de aprobado o no aprobado, sino concentrarse en identificar el descriptor apropiado para cada criterio de evaluación.
- Los descriptores de nivel más altos no implican un trabajo perfecto: deben estar al alcance del alumnado. El equipo docente no debe dudar en conceder los niveles extremos si describen apropiadamente el trabajo que se está evaluando.
- Un alumno o alumna que alcance un nivel de logro alto en un criterio no necesariamente alcanzará niveles altos en los demás criterios. Igualmente, quienes alcancen un nivel de logro bajo en un criterio no necesariamente alcanzarán niveles bajos en los demás criterios. El equipo docente no debe suponer que la evaluación general de sus estudiantes debe dar como resultado una distribución determinada de puntuaciones.
- Se recomienda que el alumnado tenga acceso a los criterios de evaluación.

## Descripción detallada de la evaluación interna: NM y NS

### La investigación científica

**Duración: 10 horas**

**Porcentaje del total de la evaluación: 20 %**

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 tarea: la investigación científica.

La investigación científica es una tarea abierta en la que cada estudiante obtiene y analiza datos para responder una pregunta de investigación que ha formulado.

El resultado de la investigación científica se evaluará a través de un informe escrito. El informe debe tener un total de 3.000 palabras como máximo.

El cómputo de palabras no incluye:

- Gráficos y diagramas
- Tablas de datos
- Las ecuaciones, fórmulas y cálculos
- Citas y referencias (entre paréntesis, numeradas, notas a pie de página o notas al final)
- Bibliografía
- Encabezados

Al comienzo del informe, se debe indicar la siguiente información:

- Título de la investigación
- Código del alumno o alumna del IB (alfanumérico, por ejemplo: xyz123)
- Código de cada alumno o alumna del IB que compone el grupo (si procede)
- Número de palabras

No es obligatorio que el trabajo tenga una portada ni un índice.

### Facilitación de la investigación científica

La pregunta de investigación debe ser interesante para el alumno o alumna, pero no es necesario que abarque conceptos adicionales a los descritos en la sección “Comprensión” de la guía.

La investigación científica realizada debe tener suficiente extensión y profundidad para que se puedan abordar de manera significativa todos los descriptores de los criterios de evaluación.

La investigación de la pregunta debe incluir la obtención y el análisis de datos cuantitativos, que deben respaldarse con observaciones cualitativas cuando proceda.

La investigación científica permite emplear una amplia variedad de técnicas para la obtención y el análisis de datos. Estos son los enfoques que pueden utilizarse, ya sea por separado o de forma conjunta:

- Trabajo práctico de laboratorio
- Trabajo de campo
- Uso de una hoja de cálculo para el análisis y la creación de modelos
- Extracción y análisis de información de una base de datos
- Uso de una simulación

El material de ayuda al profesor de Química contiene orientación adicional sobre estos posibles enfoques.

El personal docente debe:

- Asegurarse de que el alumnado está familiarizado con los criterios de evaluación.
- Asegurarse de que el alumnado es capaz de investigar su pregunta de investigación individual.
- Orientar al alumnado acerca de la viabilidad de la metodología propuesta en cuanto al tiempo y los recursos disponibles.
- Asegurarse de que el alumnado ha considerado de forma apropiada los factores de seguridad, éticos y ambientales antes de pasar a la fase de acción.
- Recordar al alumnado cuáles son los requisitos de integridad académica y las consecuencias de la conducta impropia. Debe quedar clara la diferencia entre colaboración y colusión.

### Desarrollo de la pregunta de investigación

Se espera que cada estudiante formule, investigue y responda una pregunta de investigación única, y que busque el asesoramiento de su docente.

Dos estudiantes no deben presentar el mismo conjunto de datos brutos.

### Metodología para el trabajo individual

Cada estudiante desarrolla su propia metodología para responder su pregunta de investigación individual. Para investigar, el alumno o alumna debe:

- Manipular una variable independiente

#### o bien

- Seleccionar variables durante el trabajo de campo

#### o bien

- Seleccionar distintos datos extraídos de bases de datos externas

Puede recurrir al apoyo de sus compañeros(as) durante la obtención de datos.

### Metodología para el trabajo colaborativo

El trabajo colaborativo es opcional y, cuando se lleve a cabo, los grupos formados deben ser como máximo de tres estudiantes. Los alumnos y alumnas pueden organizar sus propios grupos. El personal docente debe proporcionar orientación para garantizar que todos sus estudiantes participen de manera plena en la actividad colaborativa. El alumnado debe entender claramente el requisito de realizar una investigación individual.

La metodología desarrollada para responder la pregunta de investigación individual puede ser, en parte, el resultado de una actividad colaborativa. Para investigar su pregunta de investigación individual, un alumno(a) del grupo debe manipular:

- Una variable independiente distinta a las elegidas por otros miembros del grupo

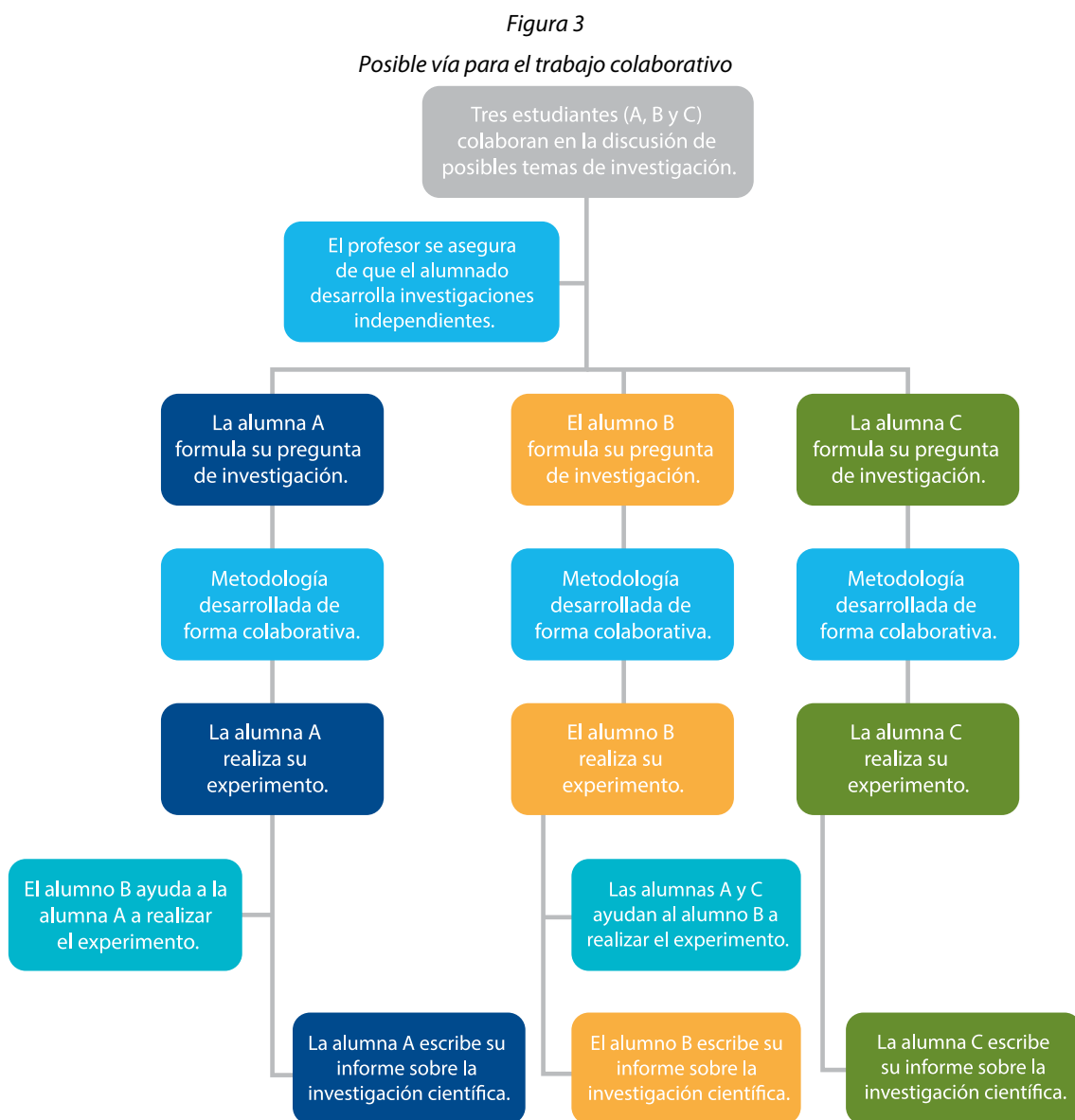
**o bien**

- La misma variable independiente, con una variable dependiente distinta a las elegidas por otros miembros del grupo

**o bien**

- Datos distintos a los elegidos por otros miembros del grupo a partir de un conjunto más amplio de datos adquiridos de forma colaborativa

En este contexto, el trabajo colaborativo se permite a condición de que el informe final presentado para evaluación lo realice individualmente cada estudiante. No se permiten los informes escritos en grupo. Toda la redacción, incluida la descripción de la metodología, debe hacerse de manera individual. Este diagrama ilustra una posible vía donde los alumnos y alumnas colaboran a lo largo del proceso de evaluación interna.



### Colaboración en clase para crear una base de datos

Un colegio puede tomar parte en una actividad a gran escala consistente en obtener datos para generar una base de datos utilizando protocolos estandarizados. Si un alumno(a) decide utilizar esta base de datos para responder su pregunta de investigación, entonces debe considerarse que se trata de una investigación realizada a partir de una base de datos. En tal caso, la metodología debe centrarse en la manera en que se filtran y muestrean los datos de toda la base de datos, del mismo modo que si los datos procedieran exclusivamente de una fuente externa.

### Evaluación de la investigación científica

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

Los cuatro criterios de evaluación son los siguientes:

- Diseño de la investigación
- Análisis de datos
- Conclusión
- Evaluación

Cada criterio de evaluación cuenta con descriptores que describen un nivel de logro específico y equivalen a un determinado rango de puntos. Los descriptores de nivel se centran en aspectos positivos, aunque, en los niveles más bajos, la descripción puede mencionar la falta de logros.

El equipo docente debe valorar el trabajo de evaluación interna del NM y del NS con relación a los mismos criterios, utilizando los descriptores de nivel y las aclaraciones. Los criterios deben aplicarse sistemáticamente utilizando el descriptor más adecuado para el trabajo: cuando un trabajo muestre niveles de logro distintos para los diferentes aspectos de un criterio, 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 la puntuación correspondiente. Los descriptores de nivel más altos no implican un desempeño perfecto.

En los casos en que un descriptor de nivel comprenda dos o más puntuaciones, el equipo docente debe conceder la puntuación más alta si el trabajo se corresponde en gran medida con las cualidades descritas; el trabajo puede estar cerca de alcanzar las puntuaciones del descriptor de nivel superior. Se deben conceder las puntuaciones más bajas si el trabajo 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 puntuaciones parciales, como fracciones o decimales.

Cada criterio debe considerarse de forma independiente. Un alumno o alumna que alcance un nivel de logro alto en un criterio no necesariamente alcanzará niveles altos en los demás criterios. Igualmente, quienes alcancen un nivel de logro bajo en un criterio no necesariamente alcanzarán niveles bajos en los demás criterios. El equipo docente no debe suponer que la evaluación general de sus estudiantes debe dar como resultado una distribución determinada de puntuaciones.

Cuando los descriptores de nivel incluyan términos de instrucción, estos deberán interpretarse según lo dispuesto en la sección “[Glosario de términos de instrucción](#)” de esta guía. Estos términos de instrucción indican el grado de profundidad en el tratamiento de un aspecto. Los términos de instrucción que se emplean en los descriptores se presentan en la siguiente tabla:

| Objetivo de evaluación (OE) | Término de instrucción | Descriptor                                                                                                      |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OE1                         | Indicar                | Especificar un nombre, un valor o cualquier otro tipo de respuesta corta sin aportar explicaciones ni cálculos. |
| OE2                         | Identificar            | Dar una respuesta entre un número de posibilidades.                                                             |
| OE2                         | Resumir                | Exponer brevemente o a grandes rasgos.                                                                          |



| Objetivo de evaluación (OE) | Término de instrucción | Descriptor                                                                       |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| OE2                         | Describir              | Exponer detalladamente.                                                          |
| OE3                         | Explicar               | Exponer detalladamente las razones o causas de algo.                             |
| OE3                         | Justificar             | Proporcionar razones o pruebas válidas que respalden una respuesta o conclusión. |

### Uso de referencias e integridad académica

Se espera que se indiquen apropiadamente las fuentes de información utilizadas en el informe de la investigación científica. La omisión o el uso inapropiado de referencias se considerará conducta impropia.

Cada estudiante debe asegurarse de que su trabajo para la evaluación cumple las políticas de integridad académica del IB y de que todas las fuentes se citan debidamente. Si no se citan todas las fuentes de forma apropiada, 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. Para obtener más información, consulte la sección “[Integridad académica](#)” de esta guía.

## Criterios de evaluación interna: NM y NS

**Descargar:** [Criterios de evaluación interna del NM y el NS \(PDF\)](#)

Hay cuatro criterios de evaluación interna para la investigación científica. Las puntuaciones y los porcentajes del total de la evaluación son los siguientes.

| Criterio                   | Puntuación máxima que se puede asignar | Porcentaje del total de la evaluación (%) |
|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Diseño de la investigación | 6                                      | 25                                        |
| Análisis de datos          | 6                                      | 25                                        |
| Conclusión                 | 6                                      | 25                                        |
| Evaluación                 | 6                                      | 25                                        |
| <b>Total</b>               | <b>24</b>                              | <b>100</b>                                |

### Diseño de la investigación

Este criterio evalúa la medida en que el alumno o alumna comunica eficazmente la metodología (propósito y práctica) que utilizó para abordar la pregunta de investigación.

| Puntuación | Descriptor de nivel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0          | El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1-2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta de investigación se indica sin contexto.</li> <li>Se indican consideraciones metodológicas relacionadas con la obtención de datos pertinentes a la pregunta de investigación.</li> <li>La descripción de la metodología empleada para obtener o seleccionar los datos carece de información lo suficientemente detallada como para permitir reproducir la investigación.</li> </ul> |
| 3-4        | <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta de investigación se resume en el marco de un contexto amplio.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Puntuación | Descriptor de nivel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se describen consideraciones metodológicas relacionadas con la obtención de datos pertinentes y suficientes para responder la pregunta de investigación.</li> <li>La descripción de la metodología empleada para obtener o seleccionar los datos permite reproducir la investigación con pocas ambigüedades u omisiones.</li> </ul>                                                                  |
| 5-6        | <ul style="list-style-type: none"> <li>La pregunta de investigación se describe en el marco de un contexto específico y apropiado.</li> <li>Se explican consideraciones metodológicas relacionadas con la obtención de datos pertinentes y suficientes para responder la pregunta de investigación.</li> <li>La descripción de la metodología empleada para obtener o seleccionar los datos permite reproducir la investigación.</li> </ul> |

#### Aclaraciones para el diseño de la investigación

Una pregunta de investigación con contexto debe incluir referencias a las variables dependiente e independiente, o a dos variables correlacionadas, así como una descripción concisa del sistema al que pertenece la pregunta y una teoría de referencia directamente pertinente.

Las consideraciones metodológicas incluyen:

- La selección de los métodos para medir la variable independiente y la variable dependiente
- La selección de las bases de datos o el modelo, y el muestreo de los datos
- Las decisiones en cuanto al alcance, la cantidad y la calidad de las mediciones (por ejemplo: el rango, el intervalo o la frecuencia de la variable independiente; o la repetición y la precisión de las mediciones)
- La identificación de variables de control y la elección del método para su control
- El reconocimiento de cuestiones de seguridad, éticas y ambientales que haya sido necesario tener en cuenta

La descripción de la metodología hace referencia a la presentación de información lo suficientemente detallada (como los materiales específicos utilizados y los pasos concretos del procedimiento), evitando incluir información innecesaria o repetitiva, a fin de que el lector pueda comprender fácilmente cómo se implementó la metodología y pueda, en principio, repetir la investigación.

## Análisis de datos

Este criterio evalúa la medida en que el informe aporta pruebas de que el alumno o alumna ha registrado, procesado y presentado los datos de maneras pertinentes a la pregunta de investigación.

| Puntuación | Descriptor de nivel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0          | El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1-2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se comunican el registro y procesamiento de los datos, pero no se hace de forma clara ni precisa.</li> <li>El registro y procesamiento de los datos muestran escasos indicios de que se hayan considerado las incertidumbres.</li> <li>Se lleva a cabo cierto procesamiento de datos pertinentes para abordar la pregunta de investigación, pero con omisiones, imprecisiones o incoherencias graves.</li> </ul> |
| 3-4        | <ul style="list-style-type: none"> <li>La comunicación del registro y procesamiento de los datos es clara o precisa.</li> <li>El registro y procesamiento de los datos muestran indicios de que se han considerado las incertidumbres, pero con algunas omisiones o imprecisiones significativas.</li> </ul>                                                                                                                                            |

| Puntuación | Descriptor de nivel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se lleva a cabo un procesamiento de datos pertinentes para abordar la pregunta de investigación, pero con algunas omisiones, imprecisiones o incoherencias significativas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                |
| 5-6        | <ul style="list-style-type: none"> <li>La comunicación del registro y procesamiento de los datos es clara y precisa.</li> <li>El registro y procesamiento de los datos muestran indicios de que se han considerado las incertidumbres de forma apropiada.</li> <li>Se lleva a cabo un procesamiento de datos pertinentes para abordar la pregunta de investigación de forma apropiada y precisa.</li> </ul> |

#### Aclaraciones para el análisis de datos

Los datos hacen referencia a los datos cuantitativos o a una combinación de datos cuantitativos y cualitativos.

#### Comunicación

- La comunicación clara significa que el método de procesamiento puede entenderse con facilidad.
- La comunicación precisa implica un seguimiento correcto de las convenciones, como las relativas a la anotación de gráficos y tablas, o al uso de unidades, lugares decimales y cifras significativas.

La consideración de las incertidumbres es específica de cada asignatura y se proporciona orientación adicional en el material de ayuda al profesor de Química.

Las omisiones, imprecisiones o incoherencias graves impiden extraer una conclusión válida que responda la pregunta de investigación.

Las omisiones, imprecisiones o incoherencias significativas permiten extraer una conclusión que responde la pregunta de investigación, pero con una validez o nivel de detalle limitados.

## Conclusión

Este criterio evalúa la medida en que el alumno o alumna responde satisfactoriamente su pregunta de investigación en cuanto a su análisis y el contexto científico aceptado.

| Puntuación | Descriptor de nivel                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0          | El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.                                                                                                                                                                                                      |
| 1-2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se indica una conclusión que es pertinente a la pregunta de investigación, pero no cuenta con el respaldo del análisis que se presenta.</li> <li>La conclusión realiza una comparación superficial con el contexto científico aceptado.</li> </ul>                        |
| 3-4        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se describe una conclusión que es pertinente a la pregunta de investigación, pero no es del todo coherente con el análisis que se presenta.</li> <li>Se describe una conclusión que realiza cierta comparación pertinente con el contexto científico aceptado.</li> </ul> |
| 5-6        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se justifica una conclusión que es pertinente a la pregunta de investigación y totalmente coherente con el análisis que se presenta.</li> <li>Se justifica una conclusión mediante una comparación pertinente con el contexto científico aceptado.</li> </ul>             |

**Aclaraciones para la conclusión**

Una conclusión que es totalmente coherente requiere interpretar los datos procesados, incluidas las incertidumbres asociadas.

El contexto científico hace referencia a información que podría provenir de material publicado (ya sea en formato impreso o en línea), valores publicados, apuntes de clase, libros de texto u otras fuentes externas. Las citas de los materiales publicados deben ser lo suficientemente detalladas como para permitir la localización de las fuentes.

**Evaluación**

Este criterio evalúa la medida en que el informe aporta pruebas de que el alumno o alumna ha evaluado la metodología de investigación y ha sugerido mejoras.

| Puntuación | Descriptor de nivel                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0          | El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.                                                                                                                                                                                             |
| 1-2        | <ul style="list-style-type: none"> <li>El informe indica limitaciones o puntos débiles genéricos de la metodología.</li> <li>Se indican mejoras realistas para la investigación.</li> </ul>                                                                                                             |
| 3-4        | <ul style="list-style-type: none"> <li>El informe describe limitaciones o puntos débiles específicos de la metodología.</li> <li>Se describen mejoras realistas para la investigación que son pertinentes a las limitaciones o puntos débiles que se identificaron.</li> </ul>                          |
| 5-6        | <ul style="list-style-type: none"> <li>El informe explica el impacto relativo de las limitaciones o puntos débiles específicos de la metodología.</li> <li>Se explican mejoras realistas para la investigación que son pertinentes a las limitaciones o puntos débiles que se identificaron.</li> </ul> |

**Aclaraciones para la evaluación**

El adjetivo *genérico* significa que atañe a varias metodologías y no es específicamente pertinente a la metodología de la investigación que se está evaluando.

La *metodología* hace referencia al tratamiento general de la pregunta de investigación, además de a los pasos del procedimiento.

Los *puntos débiles* pueden tener que ver con cuestiones relativas al control de las variables, la precisión de las mediciones o las variaciones de los datos.

Las *limitaciones* pueden referirse a cómo la conclusión tiene un alcance limitado por el rango de datos obtenidos, los límites del sistema o la aplicabilidad de los supuestos realizados.

## Glosario de términos de instrucción

### Términos de instrucción para Química

El alumnado deberá familiarizarse con los siguientes términos y expresiones claves utilizados en las preguntas de examen, que deberán comprenderse tal y como se describen en esta sección. Aunque estos términos se usarán frecuentemente en las preguntas de examen, también podrán emplearse otros términos con el fin de guiar al alumnado para que presente 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 situados y unidos, bien por una línea recta o por una curva suave. |
| Indicar                | Especificar un nombre, un valor o cualquier otro tipo de respuesta corta sin aportar explicaciones ni cálculos.                                                                                                                                                                                                                    |

#### Objetivo de evaluación 2

| Término de instrucción | Definición                                                            |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Anotar                 | Añadir notas breves a un diagrama o gráfico.                          |
| Calcular               | Obtener una respuesta numérica y mostrar las operaciones pertinentes. |
| Describir              | Exponer detalladamente.                                               |
| Estimar                | Obtener un valor aproximado.                                          |
| Resumir                | Exponer brevemente o a grandes rasgos.                                |

#### Objetivo de evaluación 3

| Término de instrucción | Definición                                                                                                         |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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).  |
| Contrastar             | Exponer las 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.                                                 |

| Término de instrucción  | Definición                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Determinar              | Obtener la única respuesta posible.                                                                                                                                                                                        |
| Dibujar aproximadamente | Representar por medio de un diagrama o gráfico (rotulados si fuese necesario). El dibujo 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 incluya una serie de argumentos, factores o hipótesis. Las opiniones o conclusiones deberán presentarse de forma clara y respaldarse mediante pruebas adecuadas. |
| Evaluar                 | Realizar una valoración de los puntos fuertes y débiles.                                                                                                                                                                   |
| Explicar                | Exponer detalladamente las razones o causas de algo.                                                                                                                                                                       |
| Predecir                | Dar un resultado esperado.                                                                                                                                                                                                 |
| Sugerir                 | Proponer una solución, una hipótesis u otra posible respuesta.                                                                                                                                                             |

## Bibliografía

Esta bibliografía enumera 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 al equipo docente. Tampoco debe verse como una lista de libros de texto recomendados.

ANDAIN, I.; MURPHY, G. *Creating lifelong learners: Challenges for education in the 21st century*. Organización del Bachillerato Internacional, 2008.

ATKINS, P. "Chemistry education in New Zealand: Chemistry's core ideas". En *Chemistry education in New Zealand*. 2010, vol. 120. Pp. 8-12.

FEYNMAN, R.; LEIGHTON, R.; SANDS M. *The Feynman lectures on physics*. California Institute of Technology. 1963. Gottlieb, M. A. y Pfeiffer, R. <[https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I\\_02.html](https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_02.html)>.

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

GIDDENS, J. F.; BRADY, D. P. "Rescuing nursing education from content saturation: The case for a concept-based curriculum". En *Journal of Nursing Education*. 2007, vol. 46, n.º 2. Pp. 65-69. <<https://doi.org/10.3928/01484834-20070201-05>>.

HAYDON, G. *Education, philosophy and the ethical environment*. Routledge, 2006.

HEDRICK, D. *Technology: A world history*. Oxford University Press, 2009.

BACHILLERATO INTERNACIONAL. "Comprensión conceptual". En *El Programa de los Años Intermedios: de los principios a la práctica*. 2014. <<https://resources.ibo.org/myp/resource/11162-32896?lang=es>>.

BACHILLERATO INTERNACIONAL. "Enfoques de la enseñanza". En *Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje*. 2015. <<https://resources.ibo.org/dp/resource/11162-43504?lang=es>>.

BACHILLERATO INTERNACIONAL. *¿Qué es la educación del IB?* 2019. <[https://resources.ibo.org/ib/works/edu\\_11162-58229?lang=es](https://resources.ibo.org/ib/works/edu_11162-58229?lang=es)>.

KHINE, M. S. *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies*. Springer, 2012.

MILLS, S. "Conceptual understanding: A concept analysis". En *The Qualitative Report*. 2016, vol. 21, n.º 3. Pp. 546-557. <<https://doi.org/10.46743/2160-3715/2016.2308>>.

TABER, K. S. *The nature of the chemical concept: Re-constructing chemical knowledge in teaching and learning*. Royal Society of Chemistry, 2019.

## Actualizaciones de la publicación

En esta sección se describen los cambios realizados en esta publicación a lo largo de los dos últimos años. Los cambios están ordenados del más reciente al más antiguo. No se incluyen errores ortotipográficos menores.

### Cambios de mayo de 2023

#### En toda la publicación

Coherencia terminológica con otra documentación del IB. El término “temas adicionales del Nivel Superior (TANS)” se ha reemplazado por “Nivel Superior (NS)” en toda la publicación.

#### Programa de estudios

##### Formato del programa de estudios

Corrección de un error en la versión anterior. El término “entidad química” se ha reemplazado por “entidad molecular” por coherencia con el contenido del subtema Reactividad 3.3.1.

#### Programa de estudios > Contenido del programa de estudios

##### Estructura 1.1 Introducción a la naturaleza corpuscular de la materia

Introducción de contenido revisado o mejorado. En la orientación de Estructura 1.1.1 se han eliminado las palabras “en papel” después de “cromatografía” porque en este subtema deben estudiarse varios métodos de cromatografía.

##### Estructura 3.2 Grupos funcionales: clasificación de los compuestos orgánicos

Introducción de contenido revisado o mejorado. En la orientación de Estructura 3.2.5 se ha incluido la oración siguiente para aclarar los requisitos: “Incluir los prefijos numéricos (mono, di, tri, tetra, penta, hexa)”.