

Programa de Estudio
3° o 4° medio
Formación Diferenciada
Ciencias

Química

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
GOBIERNO DE CHILE



v
e
r
s
i
ó
n
-
w
e
b



**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y
ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN.
ESTAS ACTIVIDADES ESTÁN
ORGANIZADAS EN 4 UNIDADES,
CADA UNIDAD TIENE CUATRO
ACTIVIDADES DE APRENDIZAJES Y
UNA ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN.**

Querida comunidad educativa:

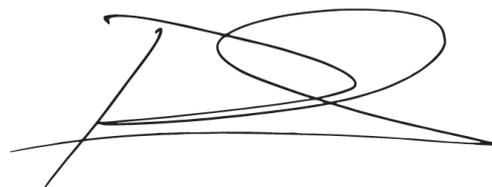
Me es grato saludarles y dirigirme a ustedes para poner en sus manos los Programas de Estudio de las 46 asignaturas del currículum ajustado a las nuevas Bases Curriculares de 3° y 4° año de enseñanza media (Decreto Supremo N°193 de 2019), que inició su vigencia el presente año para 3° medio y el año 2021 para 4° medio, o simultáneamente en ambos niveles si el colegio así lo decidió.

El presente año ha sido particularmente difícil por la situación mundial de pandemia por Coronavirus y el Ministerio de Educación no ha descansado en su afán de entregar herramientas de apoyo para que los estudiantes de Chile se conviertan en ciudadanos que desarrollen la empatía y el respeto, la autonomía y la proactividad, la capacidad para perseverar en torno a metas y, especialmente, la responsabilidad por las propias acciones y decisiones con conciencia de las implicancias que estas tienen sobre uno mismo y los otros.

Estos Programas de Estudio han sido elaborados por la Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación y presentan una propuesta pedagógica y didáctica que apoya el proceso de gestión de los establecimientos educacionales, además de ser una invitación a las comunidades educativas para enfrentar el desafío de preparación, estudio y compromiso con la vocación formadora y con las expectativas de aprendizaje que pueden lograr nuestros estudiantes.

Nos sentimos orgullosos de poner a disposición de los jóvenes de Chile un currículum acorde a los tiempos actuales y que permitirá formar personas integrales y ciudadanos autónomos, críticos y responsables, que desarrollen las habilidades necesarias para seguir aprendiendo a lo largo de sus vidas y que estarán preparados para ser un aporte a la sociedad.

Les saluda cordialmente,



Raúl Figueroa S.
Ministro de Educación

Programa de Estudio Química 3° o 4° medio

Aprobado por Decreto Exento N°496 del 15 de junio de 2020.

Equipo de Desarrollo Curricular
Unidad de Currículum y Evaluación
Ministerio de Educación 2021

IMPORTANTE

En el presente documento, se utilizan de manera inclusiva términos como “el docente”, “el estudiante”, “el profesor”, “el niño”, “el compañero” y sus respectivos plurales (así como otras palabras equivalentes en el contexto educativo) para referirse a hombres y mujeres.

Esta opción obedece a que no existe acuerdo universal respecto de cómo aludir conjuntamente a ambos sexos en el idioma español, salvo usando “o/a”, “los/las” y otras similares, y ese tipo de fórmulas supone una saturación gráfica que puede dificultar la comprensión de la lectura.

Índice

PRESENTACIÓN	6
NOCIONES BÁSICAS	7
CONSIDERACIONES GENERALES	12
ORIENTACIONES PARA PLANIFICAR	18
ORIENTACIONES PARA EVALUAR LOS APRENDIZAJES	19
ESTRUCTURA DEL PROGRAMA	21
PROPÓSITOS FORMATIVOS	23
ENFOQUES DE LAS ASIGNATURAS CIENTÍFICAS	23
ORIENTACIONES PARA EL DOCENTE.....	27
ORGANIZACIÓN CURRICULAR	30
UNIDAD 1 FENÓMENOS QUÍMICOS DEL ENTORNO Y SUS EFECTOS	35
ACTIVIDAD 1. EVIDENCIANDO LO QUE NO SE VE: REDOX A NUESTRO ALREDEDOR	36
ACTIVIDAD 2. CUERPO ¿ÁCIDO O BÁSICO?	40
ACTIVIDAD 3. UNO MÁS UNO: CONSTRUYENDO POLÍMEROS.....	45
ACTIVIDAD 4. DESCUBRIENDO EL SUELO COMO UN MUNDO QUÍMICO.	50
ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN: ESPECIES QUÍMICAS VERSÁTILES: EL CASO DEL CO ₂	57
UNIDAD 2 - QUÍMICA Y TECNOLOGÍA: APLICACIONES PARA LA VIDA	60
ACTIVIDAD 1. NANOQUÍMICA: ¿CONSECUENCIA DE LA HISTORIA?	61
ACTIVIDAD 2. IMPACTANDO EL ENTORNO: NANOQUÍMICA Y CONTAMINANTES	65
ACTIVIDAD 3. LOS POLÍMEROS: ¿CUÁL ES SU ORIGEN?	69
ACTIVIDAD 4. PLÁSTICOS: ¿SOLUCIÓN O PROBLEMA?	73
ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN: RESCATANDO AGUAS CON AYUDA DE LOS POLÍMEROS.....	76
UNIDAD 3 - REACCIONES QUÍMICAS: ESPONTANEIDAD Y CINÉTICA	81
ACTIVIDAD 1. LA CONTAMINACIÓN CON LENTES TERMODINÁMICOS	82
ACTIVIDAD 2. MOVIENDO MOTORES	89
ACTIVIDAD 3. CONVERTIDORES CATALÍTICOS	94
ACTIVIDAD 4. RODAMINA B Y CINÉTICA: ¿QUÉ Y CÓMO?	99
ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN: PERFILES ENERGÉTICOS: NO ₂ ATMOSFÉRICO.....	103
UNIDAD 4 - QUÍMICA PARA LA SUSTENTABILIDAD	106
ACTIVIDAD 1. UNA CUESTIÓN DE EQUILIBRIO.....	107
ACTIVIDAD 2. LA HEMOGLOBINA, UN PROBLEMA DE EQUILIBRIO	113
ACTIVIDAD 3. CHILE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	116
ACTIVIDAD 4. CAMBIOS EN NUESTRO ENTORNO.....	121
ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN: CICLOS BIOGEOQUÍMICOS: EL CASO DEL CARBONO	126
PROYECTO INTERDISCIPLINARIO	129
MANUAL DE ORIENTACIÓN	129
PROYECTO: PULMONES VERDES AL RESCATE	133
BIBLIOGRAFÍA	138
ANEXOS	140

Presentación

Las Bases Curriculares establecen Objetivos de Aprendizaje (OA) que definen los desempeños que se espera que todos los estudiantes logren en cada asignatura, módulo y nivel de enseñanza. Estos objetivos integran habilidades, conocimientos y actitudes que se consideran relevantes para que los jóvenes alcancen un desarrollo armónico e integral que les permita enfrentar su futuro con las herramientas necesarias y participar de manera activa y responsable en la sociedad.

Las Bases Curriculares son flexibles para adaptarse a las diversas realidades educativas que se derivan de los distintos contextos sociales, económicos, territoriales y religiosos de nuestro país. Estas múltiples realidades dan origen a diferentes aproximaciones curriculares, didácticas, metodológicas y organizacionales, que se expresan en el desarrollo de distintos proyectos educativos, todos válidos mientras permitan el logro de los Objetivos de Aprendizaje. En este contexto, las Bases Curriculares constituyen el referente base para los establecimientos que deseen elaborar programas propios, y por lo tanto, no corresponde que estas prescriban didácticas específicas que limiten la diversidad de enfoques educacionales que pueden expresarse en los establecimientos de nuestro país.

Para aquellos establecimientos que no han optado por programas propios, el Ministerio de Educación suministra estos Programas de Estudio con el fin de facilitar una óptima implementación de las Bases Curriculares. Estos programas constituyen un complemento totalmente coherente y alineado con las Bases Curriculares y una herramienta para apoyar a los docentes en el logro de los Objetivos de Aprendizaje.

Los Programas de Estudio proponen al profesor una organización de los Objetivos de Aprendizaje con relación al tiempo disponible dentro del año escolar, y constituyen una orientación acerca de cómo secuenciar los objetivos y cómo combinarlos para darles una comprensión profunda y transversal. Se trata de una estimación aproximada y de carácter indicativo que puede ser adaptada por los docentes, de acuerdo a la realidad de sus estudiantes y de su establecimiento.

Asimismo, para facilitar al profesor su quehacer en el aula, se sugiere un conjunto de indicadores de evaluación que dan cuenta de los diversos desempeños de comprensión que demuestran que un alumno ha aprendido en profundidad, transitando desde lo más elemental hasta lo más complejo, y que aluden a los procesos cognitivos de orden superior, las comprensiones profundas o las habilidades que se busca desarrollar transversalmente.

Junto con ello, se proporcionan orientaciones didácticas para cada disciplina y una gama amplia y flexible de actividades de aprendizaje y de evaluación que pueden utilizarse como base para nuevas actividades acordes con las diversas realidades de los establecimientos educacionales. Estas actividades se enmarcan en un modelo pedagógico cuyo enfoque es el de la comprensión profunda y significativa, lo que implica establecer posibles conexiones al interior de cada disciplina y también con otras áreas del conocimiento, con el propósito de facilitar el aprendizaje.

Estas actividades de aprendizaje y de evaluación se enriquecen con sugerencias al docente, recomendaciones de recursos didácticos complementarios y bibliografía para profesores y estudiantes.

En síntesis, se entregan estos Programas de Estudio a los establecimientos educacionales como un apoyo para llevar a cabo su labor de enseñanza.

Nociones básicas

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE COMO INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES

Los Objetivos de Aprendizaje definen para cada asignatura o módulo los aprendizajes terminales esperables para cada semestre o año escolar. Se refieren a habilidades, actitudes y conocimientos que han sido seleccionados considerando que entreguen a los estudiantes las herramientas necesarias para su desarrollo integral, que les faciliten una comprensión profunda del mundo que habitan, y que despierten en ellos el interés por continuar estudios superiores y desarrollar sus planes de vida y proyectos personales.

En la formulación de los Objetivos de Aprendizaje se relacionan habilidades, conocimientos y actitudes y, por medio de ellos, se pretende plasmar de manera clara y precisa cuáles son los aprendizajes esenciales que el alumno debe lograr. Se conforma así un currículum centrado en el aprendizaje, que declara explícitamente cuál es el foco del quehacer educativo. Se busca que los estudiantes pongan en juego estos conocimientos, habilidades y actitudes para enfrentar diversos desafíos, tanto en el contexto de la sala de clases como en la vida cotidiana.

CONOCIMIENTOS

Los conocimientos de las asignaturas y módulos corresponden a conceptos, redes de conceptos e información sobre hechos, procesos, procedimientos y operaciones que enriquecen la comprensión de los alumnos sobre los fenómenos que les toca enfrentar. Les permiten relacionarse con el entorno, utilizando nociones complejas y profundas que complementan el saber que han generado por medio del sentido común y la experiencia cotidiana. Se busca que sean esenciales, fundamentales para que los estudiantes construyan nuevos aprendizajes y de alto interés para ellos. Se deben desarrollar de manera integrada con las habilidades, porque son una condición para el progreso de estas y para lograr la comprensión profunda.

HABILIDADES Y ACTITUDES PARA EL SIGLO XXI

La existencia y el uso de la tecnología en el mundo global, multicultural y en constante cambio, ha determinado nuevos modos de acceso al conocimiento, de aplicación de los aprendizajes y de participación en la sociedad. Estas necesidades exigen competencias particulares, identificadas internacionalmente como Habilidades para el siglo XXI.¹

Las habilidades para el siglo XXI presentan como foco formativo central la formación integral de los estudiantes dando continuidad a los objetivos de aprendizaje transversales de 1° básico

¹ El conjunto de habilidades seleccionadas para integrar el currículum de 3° y 4° medio corresponden a una adaptación de distintos modelos (Binkley et al., 2012; Fadel et al., 2016).

a 2° medio. Como estos, son transversales a todas las asignaturas, y al ser transferibles a otros contextos, se convierten en un aprendizaje para la vida. Se presentan organizadas en torno a cuatro ámbitos: maneras de pensar, maneras de trabajar, herramientas para trabajar y herramientas para vivir en el mundo.

MANERAS DE PENSAR

Desarrollo de la creatividad y la innovación

Las personas que aprenden a ser creativas poseen habilidades de pensamiento divergente, producción de ideas, fluidez, flexibilidad y originalidad. El pensamiento creativo implica abrirse a diferentes ideas, perspectivas y puntos de vista, ya sea en la exploración personal o en el trabajo en equipo. La enseñanza para la creatividad implica asumir que el pensamiento creativo puede desarrollarse en todas las instancias de aprendizaje y en varios niveles: imitación, variación, combinación, transformación y creación original. Por ello, es importante que los docentes consideren que, para lograr la creación original, es necesario haber desarrollado varias habilidades y que la creatividad también puede enseñarse mediante actividades más acotadas según los diferentes niveles (Fadel et al, 2016).

Desarrollo del pensamiento crítico

Cuando aprendemos a pensar críticamente, podemos discriminar entre informaciones, declaraciones o argumentos, evaluando su contenido, pertinencia, validez y verosimilitud. El pensamiento crítico permite cuestionar la información, tomar decisiones y emitir juicios, como asimismo reflexionar críticamente acerca de diferentes puntos de vista, tanto de los propios como de los demás, ya sea para defenderlos o contradecirlos sobre la base de evidencias. Contribuye así, además, a la autorreflexión y corrección de errores, y favorece la capacidad de estar abierto a los cambios y de tomar decisiones razonadas. El principal desafío en la enseñanza del pensamiento crítico es la aplicación exitosa de estas habilidades en contextos diferentes de aquellos en que fueron aprendidas (Fadel et al, 2016).

Desarrollo de la metacognición

El pensamiento metacognitivo se relaciona al concepto de “aprender a aprender”. Se refiere a ser consciente del propio aprendizaje y de los procesos para lograrlo, lo que permite autogestionarlo con autonomía, adaptabilidad y flexibilidad. El proceso de pensar acerca del pensar involucra la reflexión propia sobre la posición actual, fijar los objetivos a futuro, diseñar acciones y estrategias potenciales, monitorear el proceso de aprendizaje y evaluar los resultados. Incluye tanto el conocimiento que se tiene sobre uno mismo como estudiante o pensador, como los factores que influyen en el rendimiento. La reflexión acerca del propio aprendizaje favorece su comunicación, por una parte, y la toma de conciencia de las propias capacidades y debilidades, por otra. Desde esta perspectiva, desarrolla la autoestima, la disciplina, la capacidad de perseverar y la tolerancia a la frustración.

Desarrollo de Actitudes

- Pensar con perseverancia y proactividad para encontrar soluciones innovadoras a los problemas.
- Pensar con apertura a distintas perspectivas y contextos, asumiendo riesgos y responsabilidades.
- Pensar con conciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.
- Pensar con flexibilidad para reelaborar las propias ideas, puntos de vista y creencias.
- Pensar con reflexión propia y autonomía para gestionar el propio aprendizaje, identificando capacidades, fortalezas y aspectos por mejorar.
- Pensar con conciencia de que los aprendizajes se desarrollan a lo largo de la vida y enriquecen la experiencia.
- Pensar con apertura hacia otros para valorar la comunicación como una forma de relacionarse con diversas personas y culturas, compartiendo ideas que favorezcan el desarrollo de la vida en sociedad.

MANERAS DE TRABAJAR

Desarrollo de la comunicación

Aprender a comunicarse ya sea de manera escrita, oral o multimodal, requiere generar estrategias y herramientas que se adecuen a diversas situaciones, propósitos y contextos socioculturales, con el fin de transmitir lo que se desea de manera clara y efectiva. La comunicación permite desarrollar la empatía, la autoconfianza, la valoración de la interculturalidad, así como la adaptabilidad, la creatividad y el rechazo a la discriminación.

Desarrollo de la colaboración

La colaboración entre personas con diferentes habilidades y perspectivas faculta al grupo para tomar mejores decisiones que las que se tomarían individualmente, permite analizar la realidad desde más ángulos y producir obras más complejas y más completas. Además, el trabajo colaborativo entre pares determina nuevas formas de aprender y de evaluarse a sí mismo y a los demás, lo que permite visibilizar los modos en que se aprende; esto conlleva nuevas maneras de relacionarse en torno al aprendizaje.

La colaboración implica, a su vez, actitudes clave para el aprendizaje en el siglo XXI, como la responsabilidad, la perseverancia, la apertura de mente hacia lo distinto, la aceptación y valoración de las diferencias, la autoestima, la tolerancia a la frustración, el liderazgo y la empatía.

Desarrollo de Actitudes

- Trabajar colaborativamente en la generación, desarrollo y gestión de proyectos y la resolución de problemas, integrando las diferentes ideas y puntos de vista.
- Trabajar con responsabilidad y liderazgo en la realización de las tareas colaborativas y en función del logro de metas comunes.
- Trabajar con empatía y respeto en el contexto de la diversidad, eliminando toda expresión de prejuicio y discriminación.
- Trabajar con autonomía y proactividad en trabajos colaborativos e individuales para llevar a cabo eficazmente proyectos de diversa índole.

HERRAMIENTAS PARA TRABAJAR

Desarrollo de la alfabetización digital

Aprender a utilizar la tecnología como herramienta de trabajo implica dominar las posibilidades que ofrece y darle un uso creativo e innovador. La alfabetización digital apunta a la resolución de problemas en el marco de la cultura digital que caracteriza al siglo XXI, aprovechando las herramientas que nos dan la programación, el pensamiento computacional, la robótica e internet, entre otros, para crear contenidos digitales, informarnos y vincularnos con los demás. Promueve la autonomía y el trabajo en equipo, la creatividad, la participación en redes de diversa índole, la motivación por ampliar los propios intereses y horizontes culturales, e implica el uso responsable de la tecnología considerando la ciberseguridad y el autocuidado.

Desarrollo del uso de la información

Usar bien la información se refiere a la eficacia y eficiencia en la búsqueda, el acceso, el procesamiento, la evaluación crítica, el uso creativo y ético, así como la comunicación de la información por medio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Implica formular preguntas, indagar y generar estrategias para seleccionar, organizar y comunicar la información. Tiene siempre en cuenta, además, tanto los aspectos éticos y legales que la regulan como el respeto a los demás y a su privacidad.

Desarrollo de Actitudes

- Aprovechar las herramientas disponibles para aprender y resolver problemas.
- Interesarse por las posibilidades que ofrece la tecnología para el desarrollo intelectual, personal y social del individuo.
- Valorar las TIC como una oportunidad para informarse, investigar, socializar, comunicarse y participar como ciudadano.
- Actuar responsablemente al gestionar el tiempo para llevar a cabo eficazmente los proyectos personales, académicos y laborales.
- Actuar de acuerdo con los principios de la ética en el uso de la información y de la tecnología, respetando la propiedad intelectual y la privacidad de las personas.

MANERAS DE VIVIR EN EL MUNDO

Desarrollo de la ciudadanía local y global

La ciudadanía se refiere a la participación activa del individuo en su contexto, desde una perspectiva política, social, territorial, global, cultural, económica y medioambiental, entre otras dimensiones. La conciencia de ser ciudadano promueve el sentido de pertenencia y la valoración y el ejercicio de los principios democráticos, y también supone asumir sus responsabilidades como ciudadano local y global. En este sentido, ejercitar el respeto a los demás, a su privacidad y a las diferencias valóricas, religiosas y étnicas cobra gran relevancia; se relaciona directamente con una actitud empática, de mentalidad abierta y de adaptabilidad.

Desarrollo de proyecto de vida y carrera

La construcción y consolidación de un proyecto de vida y de una carrera, oficio u ocupación, requiere conocerse a sí mismo, establecer metas, crear estrategias para conseguirlas, desarrollar la autogestión, actuar con iniciativa y compromiso, ser autónomo para ampliar los aprendizajes, reflexionar críticamente y estar dispuesto a integrar las retroalimentaciones recibidas. Por otra parte, para alcanzar esas metas, se requiere interactuar con los demás de manera flexible, con capacidad para trabajar en equipo, negociar en busca de soluciones y adaptarse a los cambios para poder desenvolverse en distintos roles y contextos. Esto permite el desarrollo de liderazgo, responsabilidad, ejercicio ético del poder y respeto a las diferencias en ideas y valores.

Desarrollo de la responsabilidad personal y social

La responsabilidad personal consiste en ser conscientes de nuestras acciones y sus consecuencias, cuidar de nosotros mismos de modo integral y respetar los compromisos que adquirimos con los demás, generando confianza en los otros, comunicándonos de una manera asertiva y empática, que acepte los distintos puntos de vista. Asumir la responsabilidad por el bien común participando activamente en el cumplimiento de las necesidades sociales en distintos ámbitos: cultural, político, medioambiental, entre otros.

Desarrollo de Actitudes

- Perseverar en torno a metas con miras a la construcción de proyectos de vida y al aporte a la sociedad y al país con autodeterminación, autoconfianza y respeto por sí mismo y por los demás.
- Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.
- Tomar decisiones democráticas, respetando los derechos humanos, la diversidad y la multiculturalidad.
- Asumir responsabilidad por las propias acciones y decisiones con conciencia de las implicancias que ellas tienen sobre sí mismo y los otros.

Consideraciones generales

Las consideraciones que se presentan a continuación son relevantes para una óptima implementación de los Programas de Estudio, se vinculan estrechamente con los enfoques curriculares, y permiten abordar de mejor manera los Objetivos de Aprendizaje de las Bases Curriculares.

EL ESTUDIANTE DE 3º y 4º MEDIO

La formación en los niveles de 3° y 4° Medio cumple un rol esencial en su carácter de etapa final del ciclo escolar. Habilita al alumno para conducir su propia vida en forma autónoma, plena, libre y responsable, de modo que pueda desarrollar planes de vida y proyectos personales, continuar su proceso educativo formal mediante la educación superior, o incorporarse a la vida laboral.

El perfil de egreso que establece la ley en sus objetivos generales apunta a formar ciudadanos críticos, creativos y reflexivos, activamente participativos, solidarios y responsables, con conciencia de sus deberes y derechos, y respeto por la diversidad de ideas, formas de vida e intereses. También propicia que estén conscientes de sus fortalezas y debilidades, que sean capaces de evaluar los méritos relativos de distintos puntos de vista al enfrentarse a nuevos escenarios, y de fundamentar adecuadamente sus decisiones y convicciones, basados en la ética y la integridad. Asimismo, aspira a que sean personas con gran capacidad para trabajar en equipo e interactuar en contextos socioculturalmente heterogéneos, relacionándose positivamente con otros, cooperando y resolviendo adecuadamente los conflictos.

De esta forma, tomarán buenas decisiones y establecerán compromisos en forma responsable y solidaria, tanto de modo individual como colaborativo, integrando nuevas ideas y reconociendo que las diferencias ayudan a concretar grandes proyectos.

Para lograr este desarrollo en los estudiantes, es necesario que los docentes conozcan los diversos talentos, necesidades, intereses y preferencias de sus estudiantes y promuevan intencionadamente la autonomía de los alumnos y la autorregulación necesaria para que las actividades de este Programa sean instancias significativas para sus desafíos, intereses y proyectos personales.

APRENDIZAJE PARA LA COMPRESIÓN

La propuesta metodológica de los Programas de Estudio tiene como propósito el aprendizaje para la comprensión. Entendemos la comprensión como la capacidad de usar el conocimiento de manera flexible, lo que permite a los estudiantes pensar y actuar a partir de lo que saben en distintas situaciones y contextos. La comprensión se puede desarrollar generando oportunidades que permitan al alumno ejercitar habilidades como analizar, explicar, resolver problemas, construir argumentos, justificar, extrapolar, entre otras. La aplicación de estas habilidades y del conocimiento a lo largo del proceso de aprendizaje faculta a los estudiantes a profundizar en el conocimiento, que se torna en evidencia de la comprensión.

La elaboración de los Programas de Estudio se ha realizado en el contexto del paradigma constructivista y bajo el fundamento de dos principios esenciales que regulan y miden la efectividad del aprendizaje: el aprendizaje significativo y el aprendizaje profundo.

¿Qué entendemos por aprendizaje significativo y profundo?

Un aprendizaje se dice significativo cuando los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del estudiante. Esto se logra gracias a un esfuerzo deliberado del alumno por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos y es producto de una implicación afectiva del estudiante; es decir, él quiere aprender aquello que se le presenta, porque lo considera valioso. Para la construcción de este tipo de aprendizaje, se requiere efectuar acciones de mediación en el aula que permitan activar los conocimientos previos y, a su vez, facilitar que dicho aprendizaje adquiera sentido precisamente en la medida en que se integra con otros previamente adquiridos o se relaciona con alguna cuestión o problema que interesa al estudiante.

Un aprendizaje se dice profundo solo si, por un lado, el aprendiz logra dominar, transformar y utilizar los conocimientos adquiridos en la solución de problemas reales y, por otro lado, permanece en el tiempo y se puede transferir a distintos contextos de uso. Para mediar el desarrollo de un aprendizaje de este tipo, es necesario generar escenarios flexibles y graduales que permitan al estudiante usar los conocimientos aplicándolos en situaciones diversas.

¿Cómo debe guiar el profesor a sus alumnos para que usen el conocimiento?

El docente debe diseñar actividades de clase desafiantes que induzcan a los estudiantes a aplicar habilidades cognitivas mediante las cuales profundicen en la comprensión de un nuevo conocimiento. Este diseño debe permitir mediar simultáneamente ambos aspectos del aprendizaje, el significativo y el profundo, y asignar al alumno un rol activo dentro del proceso de aprendizaje.

El principio pedagógico constructivista del estudiante activo permite que él desarrolle la capacidad de aprender a aprender. Los alumnos deben llegar a adquirir la autonomía que les permita dirigir sus propios procesos de aprendizaje y convertirse en sus propios mediadores. El concepto clave que surge como herramienta y, a la vez, como propósito de todo proceso de enseñanza-aprendizaje corresponde al pensamiento metacognitivo, entendido como un

conjunto de disposiciones mentales de autorregulación que permiten al aprendiz monitorear, planificar y evaluar su propio proceso de aprendizaje.

En esta línea, la formulación de buenas preguntas es una de las herramientas esenciales de mediación para construir un pensamiento profundo.

Cada pregunta hace posible una búsqueda que permite integrar conocimiento y pensamiento; el pensamiento se despliega en sus distintos actos que posibilitan dominar, elaborar y transformar un conocimiento.

ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO Y APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

La integración disciplinaria permite fortalecer conocimientos y habilidades de pensamiento complejo que facultan la comprensión profunda de ellos. Para lograr esto, es necesario que los docentes incorporen en su planificación instancias destinadas a trabajar en conjunto con otras disciplinas. Las Bases Curriculares plantean el Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología para favorecer el trabajo colaborativo y el aprendizaje de resolución de problemas.

Un problema real es interdisciplinario. Por este motivo, en los Programas de Estudio de cada asignatura se integra orientaciones concretas y modelos de proyectos, que facilitarán esta tarea a los docentes y que fomentarán el trabajo y la planificación conjunta de algunas actividades entre profesores de diferentes asignaturas.

Se espera que, en las asignaturas electivas de profundización, el docente destine un tiempo para el trabajo en proyectos interdisciplinarios. Para ello, se incluye un modelo de proyecto interdisciplinario por asignatura de profundización.

Existe una serie de elementos esenciales que son requisitos para que el diseño de un proyecto² permita maximizar el aprendizaje y la participación de los estudiantes, de manera que aprendan cómo aplicar el conocimiento al mundo real, cómo utilizarlo para resolver problemas, responder preguntas complejas y crear productos de alta calidad. Dichos elementos son:

- **Conocimiento clave, comprensión y habilidades**

El proyecto se enfoca en profundizar en la comprensión del conocimiento interdisciplinar, ya que permite desarrollar a la vez los Objetivos de Aprendizaje y las habilidades del Siglo XXI que se requieren para realizar el proyecto.

- **Desafío, problema o pregunta**

² Adaptado de John Larmer, John Mergendoller, Suzie Boss. *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*, (ASCD 2015).

El proyecto se basa en un problema significativo para resolver o una pregunta para responder, en el nivel adecuado de desafío para los alumnos, que se implementa mediante una pregunta de conducción abierta y atractiva.

- **Indagación sostenida**

El proyecto implica un proceso activo y profundo a lo largo del tiempo, en el que los estudiantes generan preguntas, encuentran y utilizan recursos, hacen preguntas adicionales y desarrollan sus propias respuestas.

- **Autenticidad**

El proyecto tiene un contexto del mundo real, utiliza procesos, herramientas y estándares de calidad del mundo real, tiene un impacto real, ya que creará algo que será utilizado o experimentado por otros, y/o está conectado a las propias preocupaciones, intereses e identidades de los alumnos.

- **Voz y elección del estudiante**

El proyecto permite a los estudiantes tomar algunas decisiones sobre los productos que crean, cómo funcionan y cómo usan su tiempo, guiados por el docente y dependiendo de su edad y experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

- **Reflexión**

El proyecto brinda oportunidades para que los alumnos reflexionen sobre qué y cómo están aprendiendo, y sobre el diseño y la implementación del proyecto.

- **Crítica y revisión**

El proyecto incluye procesos de retroalimentación para que los estudiantes den y reciban comentarios sobre su trabajo, con el fin de revisar sus ideas y productos o realizar una investigación adicional.

- **Producto público**

El proyecto requiere que los alumnos demuestren lo que aprenden, creando un producto que se presenta u ofrece a personas que se encuentran más allá del aula.

CIUDADANÍA DIGITAL

Los avances de la automatización, así como el uso extensivo de las herramientas digitales y de la inteligencia artificial, traerán como consecuencia grandes transformaciones y desafíos en el mundo del trabajo, por lo cual los estudiantes deben contar con herramientas necesarias para enfrentarlos. Los Programas de Estudio promueven que los alumnos empleen tecnologías de información para comunicarse y desarrollar un pensamiento computacional, dando cuenta de sus aprendizajes o de sus creaciones y proyectos, y brindan oportunidades para hacer un uso extensivo de ellas y desarrollar capacidades digitales para que aprendan a desenvolverse de manera responsable, informada, segura, ética, libre y participativa, comprendiendo el impacto de las TIC en la vida personal y el entorno.

CONTEXTUALIZACIÓN CURRICULAR

La contextualización curricular es el proceso de apropiación y desarrollo del currículum en una realidad educativa concreta. Este se lleva a cabo considerando las características particulares

del contexto escolar (por ejemplo, el medio en que se sitúa el establecimiento educativo, la cultura, el proyecto educativo institucional de las escuelas y la comunidad escolar, el tipo de formación diferenciada que se imparte –Artística, Humanístico-Científica, Técnico Profesional–, entre otros), lo que posibilita que el proceso educativo adquiera significado para los estudiantes desde sus propias realidades y facilita, así, el logro de los Objetivos de Aprendizaje.

Los Programas de Estudio consideran una propuesta de diseño de clases, de actividades y de evaluaciones que pueden modificarse, ajustarse y transferirse a diferentes realidades y contextos.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD Y A LA INCLUSIÓN

En el trabajo pedagógico, es importante que los docentes tomen en cuenta la diversidad entre estudiantes en términos culturales, sociales, étnicos, religiosos, de género, de estilos de aprendizaje y de niveles de conocimiento. Esta diversidad enriquece los escenarios de aprendizaje y está asociada a los siguientes desafíos para los profesores:

- Procurar que los aprendizajes se desarrollen de una manera significativa en relación con el contexto y la realidad de los alumnos.
- Trabajar para que todos alcancen los Objetivos de Aprendizaje señalados en el currículum, acogiendo la diversidad y la inclusión como una oportunidad para desarrollar más y mejores aprendizajes.
- Favorecer y potenciar la diversidad y la inclusión, utilizando el aprendizaje basado en proyectos.
- En el caso de alumnos con necesidades educativas especiales, tanto el conocimiento de los profesores como el apoyo y las recomendaciones de los especialistas que evalúan a dichos estudiantes contribuirán a que todos desarrollen al máximo sus capacidades.
- Generar ambientes de aprendizaje inclusivos, lo que implica que cada estudiante debe sentir seguridad para participar, experimentar y contribuir de forma significativa a la clase. Se recomienda destacar positivamente las características particulares y rechazar toda forma de discriminación, agresividad o violencia.
- Proveer igualdad de oportunidades, asegurando que los alumnos puedan participar por igual en todas las actividades, evitando asociar el trabajo de aula con estereotipos asociados a género, características físicas o cualquier otro tipo de sesgo que provoque discriminación.
- Utilizar materiales, aplicar estrategias didácticas y desarrollar actividades que se adecuen a las singularidades culturales y étnicas de los estudiantes y a sus intereses.
- Promover un trabajo sistemático, con actividades variadas para diferentes estilos de aprendizaje y con ejercitación abundante, procurando que todos tengan acceso a oportunidades de aprendizaje enriquecidas.

Atender a la diversidad de estudiantes, con sus capacidades, contextos y conocimientos previos, no implica tener expectativas más bajas para algunos de ellos. Por el contrario, hay que reconocer los requerimientos personales de cada alumno para que todos alcancen los propósitos de aprendizaje pretendidos. En este sentido, conviene que, al diseñar el trabajo de cada unidad, el docente considere los tiempos, recursos y métodos necesarios para que cada estudiante logre un aprendizaje de calidad. Mientras más experiencia y conocimientos tengan los profesores sobre su asignatura y las estrategias que promueven un aprendizaje profundo, más herramientas tendrán para tomar decisiones pertinentes y oportunas respecto de las necesidades de sus alumnos. Por esta razón, los Programas de Estudio incluyen numerosos Indicadores de Evaluación, observaciones al docente, sugerencias de actividades y de evaluación, entre otros elementos, para apoyar la gestión curricular y pedagógica responsable de todos los estudiantes.

Orientaciones para planificar

Existen diversos métodos de planificación, caracterizados por énfasis específicos vinculados al enfoque del que provienen. Como una manera de apoyar el trabajo de los docentes, se propone considerar el diseño para la comprensión, relacionado con plantear cuestionamientos activos a los estudiantes, de manera de motivarlos a poner en práctica sus ideas y nuevos conocimientos. En este sentido, y con el propósito de promover el desarrollo de procesos educativos con foco claro y directo en los aprendizajes, se sugiere utilizar la planificación en reversa (Wiggins y McTigue, 1998). Esta mantiene siempre al centro lo que se espera que aprendan los alumnos durante el proceso educativo, en el marco de la comprensión profunda y significativa. De esta manera, la atención se concentra en lo que se espera que logren, tanto al final del proceso de enseñanza y aprendizaje, como durante su desarrollo.

Para la planificación de clases, se considera tres momentos:

1. Identificar el Objetivo de Aprendizaje que se quiere alcanzar

Dicho objetivo responde a la pregunta: ¿qué se espera que aprendan? Y se especifica a partir de los Objetivos de Aprendizaje propuestos en las Bases Curriculares y en relación con los intereses, necesidades y características particulares de los estudiantes.

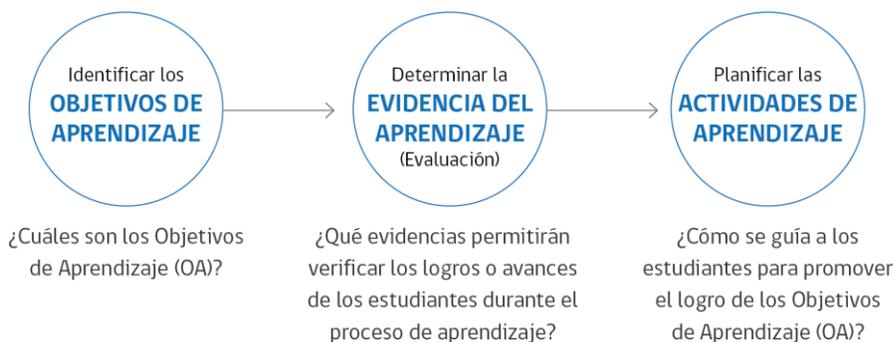
2. Determinar evidencias

Teniendo claridad respecto de los aprendizajes que se quiere lograr, hay que preguntarse: ¿qué evidencias permitirán verificar que el conjunto de Objetivos de Aprendizaje se logró? En este sentido, los Indicadores presentados en el Programa resultan de gran ayuda, dado que orientan la toma de decisiones con un sentido formativo.

3. Planificar experiencias de aprendizaje

Teniendo en mente los Objetivos de Aprendizajes y la evidencia que ayudará a verificar que se han alcanzado, llega el momento de pensar en las actividades de aprendizaje más apropiadas.

¿Qué experiencias brindarán oportunidades para adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes que se necesita? Además de esta elección, es importante verificar que la secuencia de las actividades y estrategias elegidas sean las adecuadas para el logro de los objetivos (Saphier, Haley- Speca y Gower, 2008).



Orientaciones para evaluar los aprendizajes

La evaluación, como un aspecto intrínseco del proceso de enseñanza-aprendizaje, se plantea en estos programas con un foco pedagógico, al servicio del aprendizaje de los estudiantes. Para que esto ocurra, se plantea recoger evidencias que permitan describir con precisión la diversidad existente en el aula para tomar decisiones pedagógicas y retroalimentar a los alumnos. La evaluación desarrollada con foco pedagógico favorece la motivación de los estudiantes a seguir aprendiendo; asimismo, el desarrollo de la autonomía y la autorregulación potencia la reflexión de los docentes sobre su práctica y facilita la toma de decisiones pedagógicas pertinentes y oportunas que permitan apoyar de mejor manera los aprendizajes.

Para implementar una evaluación con un foco pedagógico, se requiere:

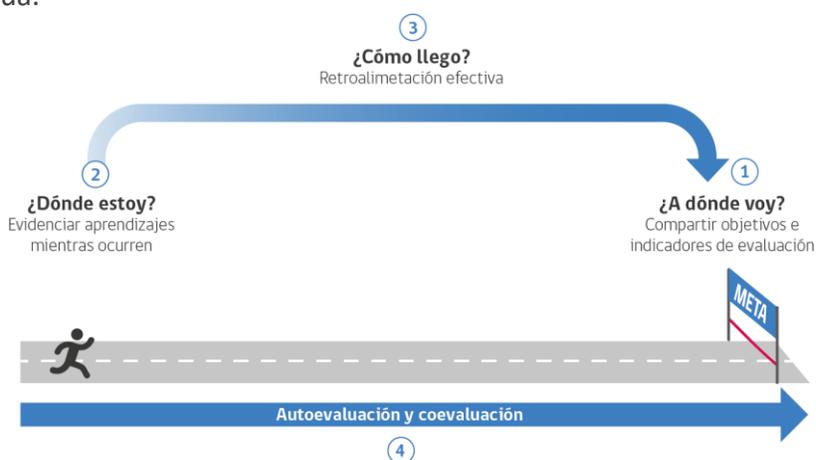
- Diseñar experiencias de evaluación que ayuden a los estudiantes a poner en práctica lo aprendido en situaciones que muestren la relevancia o utilidad de ese aprendizaje.
- Evaluar solamente aquello que los alumnos efectivamente han tenido la oportunidad de aprender mediante las experiencias de aprendizaje mediadas por el profesor.
- Procurar que se utilicen diversas formas de evaluar, que consideren las distintas características, ritmos y formas de aprender, necesidades e intereses de los estudiantes, evitando posibles sesgos y problemas de accesibilidad para ellos.
- Promover que los alumnos tengan una activa participación en los procesos de evaluación; por ejemplo: al elegir temas sobre los cuales les interese realizar una actividad de evaluación o sugerir la forma en que presentarán a otros un producto; participar en proponer los criterios de evaluación; generar experiencias de auto- y coevaluación que les permitan desarrollar su capacidad para reflexionar sobre sus procesos, progresos y logros de aprendizaje.
- Que las evaluaciones sean de la más alta calidad posible; es decir, deben representar de la forma más precisa posible los aprendizajes que se busca evaluar. Además, las evidencias que se levantan y fundamentan las interpretaciones respecto de los procesos, progresos o logros de aprendizajes de los estudiantes, deben ser suficientes como para sostener de forma consistente esas interpretaciones evaluativas.

EVALUACIÓN

Para certificar los aprendizajes logrados, el profesor puede utilizar diferentes métodos de evaluación sumativa que reflejen los OA. Para esto, se sugiere emplear una variedad de medios y evidencias, como portafolios, registros anecdóticos, proyectos de investigación grupales e individuales, informes, presentaciones y pruebas orales y escritas, entre otros. Los Programas de Estudio proponen un ejemplo de evaluación sumativa por unidad. La forma en que se diseñe este tipo de evaluaciones y el modo en que se registre y comunique la información que se obtiene de ellas (que puede ser con calificaciones) debe permitir que dichas evaluaciones también puedan usarse formativamente para retroalimentar tanto la enseñanza como el aprendizaje.

El uso formativo de la evaluación debiera preponderar en las salas de clases, utilizándose de manera sistemática para reflexionar sobre el aprendizaje y la enseñanza, y para tomar decisiones pedagógicas pertinentes y oportunas que busquen promover el progreso del aprendizaje de todos los estudiantes, considerando la diversidad como un aspecto inherente a todas las aulas.

El proceso de evaluación formativa que se propone implica articular el proceso de enseñanza-aprendizaje en función de responder a las siguientes preguntas: ¿A dónde voy? (qué objetivo de aprendizaje espero lograr), ¿Dónde estoy ahora? (cuán cerca o lejos me encuentro de lograr ese aprendizaje) y ¿Qué estrategia o estrategias pueden ayudarme a llegar a donde tengo que ir? (qué pasos tengo que dar para acercarme a ese aprendizaje). Este proceso continuo de establecer un objetivo de aprendizaje, evaluar los niveles actuales y luego trabajar estratégicamente para reducir la distancia entre los dos, es la esencia de la evaluación formativa. Una vez que se alcanza una meta de aprendizaje, se establece una nueva meta y el proceso continúa.



Para promover la motivación para aprender, el nivel de desafío y el nivel de apoyo deben ser los adecuados –en términos de Vygotsky (1978), estar en la zona de desarrollo próximo de los estudiantes–, para lo cual se requiere que todas las decisiones que tomen los profesores y los propios alumnos se basen en la información o evidencia sobre el aprendizaje recogidas continuamente (Griffin, 2014; Moss & Brookhart, 2009).

Estructura del programa

Propósito de la unidad

Resume el objetivo formativo de la unidad, actúa como una guía para el conjunto de actividades y evaluaciones que se diseñan en cada unidad. Se detalla qué se espera que el estudiante comprenda en la unidad, vinculando los contenidos, las habilidades y las actitudes de forma integrada.

Objetivos de aprendizaje (OA)

Definen los aprendizajes terminales del año para cada asignatura. En cada unidad se explicitan los objetivos de aprendizaje a trabajar.

Las actividades de aprendizaje

El diseño de estas actividades se caracteriza fundamentalmente por movilizar conocimientos, habilidades y actitudes de manera integrada que permitan el desarrollo de una comprensión significativa y profunda de los Objetivos de Aprendizaje. Son una guía para que el profesor o la profesora diseñen sus propias actividades de evaluación.

Programa de Estudio Química 3° o 4° Medio

Unidad 1

Unidad 1 Fenómenos químicos del entorno y sus efectos

Propósito
Argumentar cambios en sistemas naturales y/o contextos de interés a partir de las propiedades químicas de las especies y sus mecanismos de acción, considerando un análisis integrado desde esta y otras disciplinas. El objetivo es que los alumnos comprendan que la química permite evaluar el comportamiento de la materia al unirse con otras ciencias. El docente puede plantear preguntas como las siguientes: ¿Cómo impactan las conformaciones estructurales en la reactividad de las especies en fenómenos químicos? ¿Cómo explican y determinan las propiedades de una especie química sus posibles interacciones en y con un sistema?

Objetivos de Aprendizaje

OA 2: Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA 7: Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e: Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA f: Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA i: Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

Programa de Estudio Química 3° o 4° Medio

Unidad 1

Actividad 1. Evidenciando lo que no se ve: redox a nuestro alrededor

Propósito
Relacionar características de un sistema redox con flujo de electrones, usando evidencias físicas del fenómeno. Para ello, deberán identificar las propiedades redox de dos sistemas: el alcohol y la extracción de cobre.

Objetivos de Aprendizaje

OA 2
Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA 7
Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e
Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

Actitudes
Trabajar con empatía y respeto en el contexto de la diversidad, eliminando toda expresión de prejuicio y discriminación.

Duración
10 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad
Caracterizando una reacción redox

Observaciones al docente:
Se aconseja reforzar el concepto de estado de oxidación y su cálculo por medio de reacciones iónicas y globales. Indicado de forma explícita los valores de cada especie (conceptos trabajados en 2° medio en los temas relacionados con nomenclatura inorgánica y tipos de reacciones químicas). Este ejercicio puede apoyarse con el diseño de tablas u organizadores gráficos, empleando el sistema periódico como mapa orientador de los valores asociados. Es necesario que los alumnos dominen el concepto de estado de oxidación para usar y aplicar las semirreacciones en todo sistema redox y su igualación según método ion-electrón. Recordar que los carbonos en moléculas orgánicas presentan distintos estados de oxidación, dependiendo del elemento enlazado al carbono, así como ocurre con otras especies de uso recurrente en las reacciones redox. Por lo tanto, se recomienda asociar este fenómeno con las estructuras y enlaces de cada especie.

Unidad de Currículo y Evaluación
Ministerio de Educación, febrero 2021

Indicadores de evaluación

Detallan uno o más desempeños observables, medibles, específicos de los estudiantes que permiten evaluar el conjunto de Objetivos de Aprendizaje de la unidad. Son de carácter sugerido, por lo que el docente puede modificarlos o complementarlos.

Orientaciones para el docente

Son sugerencias respecto de cómo desarrollar mejor una actividad. Generalmente indica fuentes de recursos posibles de adquirir, (vínculos web), material de consulta y lecturas para el docente y estrategias para tratar conceptos habilidades y actitudes.

Recursos

Se especifican todos los recursos necesarios para el desarrollo de la actividad. Especialmente relevante, dado el enfoque de aprendizaje para la comprensión profunda y el de las Habilidades para el Siglo XXI, es la incorporación de recursos virtuales y de uso de TIC.

Actividades de evaluación

Son propuestas de evaluaciones de cierre de unidad que contemplan los aprendizajes desarrollados a lo largo de ellas. Mantienen una estructura similar a las actividades de aprendizaje.

Programa de Estudio Química 3° o 4° Medio Unidad 1

Actividad de Evaluación: Especies químicas versátiles: el caso del CO₂

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE EVALUACIÓN
<p>OA 2: Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.</p> <p>OA 7: Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.</p> <p>OA 8: Construir, usar y comunicar argumentos científicos.</p> <p>OA 1: Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.</p>	<p>Explican comportamientos y propiedades de diversas sustancias químicas desde un análisis cualitativo y cuantitativo en contextos.</p> <p>Argumentan implicancias éticas, sociales y ambientales de iniciativas científico-tecnológicas que requieren del conocimiento de reacciones químicas para su funcionamiento.</p> <p>Caracterizan variables involucradas en la construcción del conocimiento en reacciones químicas, considerando implicancias éticas, sociales y ambientales.</p>
<p>DURACIÓN</p> <p>4 horas pedagógicas</p>	

El ambiente carbónico, también conocido como dióxido de carbono [CO₂], cuya estructura química es O=C=O, es un compuesto inorgánico muy importante en diferentes tipos reacciones químicas de procesos relacionados con la vida y el planeta, aplicaciones tecnológicas y algunas actividades referidas a la contaminación.

Analizando propiedades del CO₂,

A partir de la estructura de la molécula, los estudiantes explican la reactividad y el estado de la materia en condiciones normales para el dióxido de carbono.

Definen sus propiedades ácido-base; para ello:

- Escriben la reacción química de la molécula de dióxido de carbono con agua y describen el equilibrio químico a partir de la ecuación construida.
- Indican las características ácido-base del producto formado en la reacción anterior, en función de las estructuras y el tipo de reacción.
- A partir de las constantes de equilibrio en medio acuoso en el que participa el producto formado en la ecuación química inicial, explican el comportamiento ácido-base de las especies involucradas.

Unidad de Currículum y Evaluación
Ministerio de Educación, febrero 2021 57

Química

Propósitos Formativos

Esta asignatura promueve que los estudiantes aprendan y profundicen en conocimientos propios de la química y que desarrollen las habilidades y actitudes necesarias para entender y relacionarse con y en el mundo que los rodea. Este curso les permite acercarse a temas en desarrollo, como la nanoquímica y la química de polímeros, y genera espacios para que analicen los cambios vinculados con el desarrollo tecnológico químico. Se espera que, al finalizar la materia, comprendan principios de la termodinámica y cinética química como conceptos que ayudan a explicar el mundo natural. Asimismo, que sepan explicar los efectos generados por el cambio climático en los ciclos biogeoquímicos y equilibrios químicos presentes en sistemas naturales, como la atmósfera, los océanos, las aguas dulces y los suelos, y su relación con el desarrollo sostenible.

Además, la asignatura ofrece oportunidades para que analicen y valoren el rol de la química, la tecnología y la sociedad para prevenir, mitigar y reparar los efectos del cambio climático, y para promover un desarrollo sostenible en la calidad de vida y el bienestar de las personas. Se busca también que desarrollen habilidades científicas como analizar, investigar, experimentar, comunicar y formular explicaciones con argumentos. Finalmente, se pretende que asuman actitudes que les permitan abordar problemas contingentes de forma integrada, a partir del análisis de evidencia y considerando la relación entre ciencia y tecnología en la sociedad y el ambiente.

Enfoques de las asignaturas científicas

A continuación, se presenta las principales definiciones conceptuales y didácticas en que se sustenta la asignatura de Química.

Naturaleza de la Ciencia

El aprendizaje de disciplinas científicas se fortalece cuando se entiende, además cómo se construye el conocimiento científico, sus aplicaciones e implicancias en la tecnología y en la sociedad. La ciencia es una forma de conocimiento universal y transversal a culturas y personas, que asume múltiples relaciones entre fenómenos y que se amplía a través del tiempo y de la historia. Ha evolucionado a partir de evidencia empírica: Por lo tanto, se espera que los alumnos comprendan que lo que se sabe hoy es producto de una construcción no lineal de saberes y podría modificarse en el futuro.

Grandes ideas y conocimientos en ciencias

Para contribuir a la alfabetización científica es fundamental comprender conceptos e ideas nucleares de las ciencias, que permitan construir otros conocimientos. Las Grandes Ideas, como construcción conceptual, permiten explicar eventos y fenómenos importantes para la vida de los estudiantes durante y después de su etapa escolar. Son relaciones y patrones observados en un amplio rango de

fenómenos. Estas relaciones permiten una visión integrada de las ciencias, con lo cual se adquieren aprendizajes profundos sobre objetos, materiales, fenómenos y relaciones del mundo natural.

En las Bases Curriculares de 1° básico a 2° medio se trabajan Grandes Ideas de la ciencia en conjunto con los Objetivos de Aprendizaje, que integran conocimientos de Biología, Física y Química. En el ciclo de 3° y 4° medio se incorporan, además, Grandes Ideas “acerca de” la ciencia, las que tienen relación con aspectos de la naturaleza de la misma.

Se presentan a continuación las Grandes Ideas de la Ciencia y las Grandes Ideas acerca de la Ciencia (Harlen et al., 2012).

Grandes Ideas de la Ciencia

- GI.1 Los organismos tienen estructuras y realizan procesos para satisfacer sus necesidades y responder al medioambiente.
- GI.2 Los organismos necesitan energía y materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que interactúan con otros organismos en un ecosistema.
- GI.3 La información genética se transmite de una generación de organismos a la siguiente.
- GI.4 La evolución es la causa de la diversidad de los organismos vivos y extintos.
- GI.5 Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- GI.6 La cantidad de energía en el Universo permanece constante.
- GI.7 El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa.
- GI.8 Tanto la composición de la Tierra como su atmósfera cambian a través del tiempo y tienen las condiciones necesarias para la vida.

Grandes Ideas acerca de la Ciencia

- GI.9 La ciencia supone que por cada efecto hay una o más causas.
- GI.10 Las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- GI.11 Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.
- GI.12 El conocimiento producido por la ciencia se utiliza en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.

Las asignaturas de formación diferenciada humanístico-científica profundizan en conocimientos específicos que pueden enmarcarse en las Grandes Ideas de la Ciencia.

El aprendizaje de las Grandes Ideas se logra al estudiar fenómenos, identificando patrones comunes entre ellos mediante el uso de evidencias, generando hipótesis y contrastando resultados, inferencias y conclusiones. Por ende, el logro de comprensiones esenciales en la ciencia implica poner en práctica habilidades científicas.

Habilidades y actitudes para la investigación científica

Las habilidades y actitudes científicas son comunes a las disciplinas de las ciencias, conforman el centro del quehacer científico y se desarrollan gradualmente desde 1° básico hasta 4° medio de manera transversal a los conocimientos. El aprendizaje de las ciencias se relaciona íntimamente con el proceso de investigación. En este sentido, se considera que la investigación científica permite construir nuevos conocimientos, responder a preguntas que emanan de la curiosidad y la observación de fenómenos del entorno, resolver problemas y argumentar. En definitiva, son prácticas que todos los estudiantes deben manejar, y se reconoce que es importante fortalecerlas en hombres y en mujeres por igual.

A continuación, se describe las habilidades de investigación científica que enmarcan los Objetivos de Aprendizaje propuestos:

Planificar y conducir una investigación

Esta pericia refleja el ejercicio de investigar basado en observar, formular preguntas, razonar, plantear hipótesis y recolectar evidencias teóricas y/o empíricas que se utilizará para respaldar las conclusiones de una investigación, la que puede ser experimental, no experimental, documental y/o bibliográfica. Esta práctica se relaciona con la curiosidad, la rigurosidad, el compromiso y la responsabilidad.

Analizar e interpretar datos

Procesar y analizar evidencias son pericias que requieren establecer relaciones entre variables e identificar tendencias y patrones que explican su comportamiento. Esto ayuda a interpretar y construir modelos –físicos, conceptuales, gráficos o matemáticos–, probar hipótesis y elaborar las conclusiones de la investigación. El uso de herramientas matemáticas y la creación y uso de TIC son esenciales en esta etapa. Esta práctica se relaciona con la rigurosidad, la honestidad y la ética.

Construir explicaciones y diseñar soluciones

Se desarrolla y comunica resultados, interpretaciones, conclusiones y argumentos con vocabulario científico, se elabora modelos y se los utiliza. Sobre esa base, se puede proponer soluciones creativas e innovadoras a los problemas de la realidad local y/o global, diseñando proyectos y llevando a cabo investigaciones. Se relaciona con la rigurosidad, el respeto, la flexibilidad y la perseverancia.

Evaluar

Para desarrollar esta pericia, se considera la validez de la información y el proceso de investigación, según la calidad y la confiabilidad de los resultados obtenidos, sus alcances y limitaciones. Asimismo, se considera diversas implicancias de problemas científicos y tecnológicos. Esta práctica se relaciona con el respeto, la ética y la rigurosidad.

Aprendizaje Basado en Proyecto y Resolución de Problemas

Toda asignatura ofrece oportunidades para que los estudiantes aborden problemas vinculados a su vida cotidiana. El Aprendizaje Basado en Proyectos promueve que se organicen durante un periodo extendido en torno a un objetivo basado en una pregunta compleja, problema, desafío o necesidad – normalmente surgida desde sus propias inquietudes– que pueden abordar desde diferentes perspectivas y áreas del conocimiento; ello fomenta la interdisciplinariedad. El proyecto culmina con la elaboración de un producto o con la presentación pública de los resultados. En el Aprendizaje Basado en Problemas, en cambio, se parte de la base de preguntas, problemas y necesidades cotidianas, sobre los cuales los alumnos investigan y proponen soluciones.

En el caso de Ciencias para la Ciudadanía, la metodología STEM (del inglés ciencia-tecnología-ingeniería-matemáticas) permite al estudiante aprender que las matemáticas y las ciencias, junto con la tecnología, son herramientas necesarias para identificar problemas, recopilar y analizar datos, modelar fenómenos, probar las posibles soluciones y resolver los problemas, tanto en la vida profesional como en la vida diaria.

El desarrollo de saberes científicos desde una perspectiva integrada permite comprender alcances, limitaciones e implicancias de la ciencia y la tecnología en la sociedad (CTS). Con esa mirada, los jóvenes pueden visibilizar los diversos procesos que relacionan el conocimiento científico y tecnológico con la construcción de la sociedad, y viceversa; asimismo, les permite involucrarse en la vida cotidiana con pensamiento crítico y contribuir al ejercicio de una ciudadanía participativa y consciente. Generar conocimiento científico y desarrollo tecnológico en el marco del desarrollo sostenible es fundamental para el bienestar futuro de la sociedad, pues las innovaciones en este ámbito permitirán avanzar en medidas apropiadas de conservación y protección del ambiente. Por ende, la visión integradora CTS-A (ambiente) ayuda a abordar mejor las preguntas complejas y los problemas vinculados a la vida cotidiana y a los fenómenos del entorno.

Ciudadanía digital

Las Bases Curriculares de 3° y 4° medio promueven las habilidades de alfabetización digital y de uso de tecnologías, como parte de las Habilidades para el siglo XXI. Ellas son fundamentales para generar instancias de colaboración, comunicación, creación e innovación en los estudiantes, mediante el uso de TIC. También contribuyen a que desarrollen la capacidad de utilizarlas con criterio, prudencia y responsabilidad.

En las asignaturas de ciencias, estas habilidades pueden abordarse por medio las TIC. Ellas permiten acercarse a múltiples fuentes para abordar problemas científicos y fundamentar opiniones, acceder a herramientas y recursos para desarrollar investigaciones, y comunicar y difundir trabajos y proyectos. Además, generan la necesidad de reflexionar sobre su alcance.

Orientaciones para el docente

Orientaciones didácticas

En esta sección, se sugiere orientaciones didácticas de trabajo para enseñar las ciencias, que son esenciales para el aprendizaje significativo de conocimientos y prácticas científicas, sin perjuicio de las alternativas didácticas propias que el docente o el establecimiento decidan poner en práctica.

Curiosidad, motivación y sensibilización

Para impulsar el interés y la curiosidad por las ciencias y la sensibilización frente a problemas contingentes, se sugiere considerar y respetar los saberes populares y las ideas previas de los alumnos, junto con observar y analizar fenómenos naturales y situaciones cotidianas desde una perspectiva integral. El docente debe guiarlos para que reflexionen, cuestionen y resignifiquen su forma de interpretar el mundo natural y social, sobre la base de preguntas desafiantes y situaciones reales.

Investigación e indagación en ciencias

Para que los jóvenes comprendan mejor el quehacer científico, el profesor no debe limitarse a presentar resultados; también tiene que detenerse y valorar el proceso y el contexto de las investigaciones y descubrimientos científicos que desarrollaron mujeres y hombres. Se sugiere implementar actividades de investigación que desafíen a los alumnos mediante preguntas y problemas científicos para que busquen respuestas; ello exige diseñar y ejecutar prácticas científicas escolares que permitan relacionar y contrastar los resultados con ideas previas, hipótesis, principios y teorías. Esto los ayuda a usar y desarrollar modelos, explicaciones y argumentos científicos para la construcción de su propio entendimiento, y promueve la concientización propositiva de las etapas, obstáculos, incertidumbres y nuevas preguntas que surgieron en el proceso.

Grandes Ideas

Para abarcar el amplio espectro del conocimiento científico, entregar una visión integrada de los fenómenos y aprovechar mejor el limitado tiempo de aprendizaje, conviene organizar y concluir las experiencias educativas en torno a Grandes Ideas; es decir, ideas clave de la ciencia y acerca de la ciencia que, en su conjunto, permitan explicar los fenómenos naturales. Al comprenderlas, se hace más fácil predecir fenómenos, evaluar críticamente la evidencia científica y tomar conciencia de la estrecha relación entre ciencia y sociedad (ver Anexo 1).

Ciencia y tecnología en la sociedad y el ambiente

Para favorecer una visión más humana y realista de los alcances de las ciencias, se sugiere que el docente muestre cómo los conocimientos científicos contribuyen al desarrollo de tecnologías e innovaciones que, a su vez, generan impactos en el desarrollo científico, la sociedad y el ambiente. Se debe fomentar que reflexionen y debatan en torno a dichas relaciones, al analizar diversos casos históricos y contingentes a escala nacional e internacional. Así entenderán que el desarrollo y las aplicaciones científicas y tecnológicas tienen consecuencias sociales, ambientales, económicas, políticas, éticas y morales.

Territorialidad y sostenibilidad

Para promover la consciencia frente a la emergencia planetaria en la que nos encontramos, es clave que profundicen en el conocimiento natural y social del territorio en el que viven. Además, es fundamental que participen de manera responsable y colaborativa en el diseño y la ejecución de actividades y proyectos que se enmarquen en el desarrollo sostenible y la restauración de la naturaleza, junto con otros actores u organismos locales.

Estrategias de enseñanza y aprendizaje

Algunas estrategias que permiten cultivar el interés y curiosidad por las ciencias pueden ser: observar imágenes, videos y animaciones; trabajar en terreno con informes de observaciones, mediciones y registros de evidencias; leer y analizar textos de interés científico, noticias científicas, biografías de científicos; participar en actividades prácticas con registro de observaciones del medio, o experiencias con el cuerpo; hacer juegos o simulaciones; elaborar y usar modelos concretos (como las maquetas, esquemas, dibujos científicos rotulados, organizadores gráficos) y abstractos (como los modelos matemáticos y juegos didácticos); colaborar en trabajos procesar datos; emplear aplicaciones tecnológicas o internet en proyectos de investigación; usar simuladores y animaciones virtuales de procesos científicos; presentar resultados o hallazgos de investigaciones experimentales o bibliográficas; participar en espacios de expresión y debates, en actividades que permiten establecer conexiones con otros sectores, y en espacios y acciones en que los estudiantes conviven con el entorno y la comunidad.

Orientaciones para la evaluación

De acuerdo con los propósitos formativos de la asignatura, se evalúa tanto los conocimientos científicos como las habilidades, las actitudes y la capacidad para usar todos estos aprendizajes a fin de resolver problemas cotidianos. Precisamente, se promueve la evaluación de los Objetivos de Aprendizaje del Programa mediante desafíos o contextos de evaluación que den a los estudiantes la oportunidad de demostrar lo que saben y son capaces de hacer.

Diversidad de instrumentos y contextos de evaluación

Mientras más diversos son los instrumentos y sus contextos de aplicación, mayor es la información y mejor es la calidad de los datos que se obtiene de la evaluación; ello permite conocer con más precisión los verdaderos niveles de aprendizajes logrados por los estudiantes. Asimismo, la retroalimentación de los logros a los estudiantes será más completa mientras más amplia sea la base de evidencias de sus desempeños. Por otra parte, conviene que los jóvenes participen en la confección de instrumentos de evaluación o como evaluadores de sus propios trabajos y el de sus compañeros; así entenderán qué desempeño se espera de ellos y serán cada vez más conscientes y responsables respecto de sus propios procesos de aprendizaje.

Algunos instrumentos de evaluación que se sugiere usar en ciencias: informe de laboratorio, rúbricas, formulario KPSI (*Knowledge and Prior Study Inventory*), V de Gowin, escala de valoración, lista de cotejo y modelos (concreto, esquemas y dibujos científicos rotulados, organizadores gráficos y matemáticos).

Organización Curricular

Objetivos de Aprendizaje

Química presenta Objetivos de Aprendizaje de dos naturalezas: unos de habilidades³, comunes a todas las asignaturas científicas del nivel, y otros enfocados al conocimiento y la comprensión. Ambos se entrelazan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, junto con las actitudes propuestas en el marco de Habilidades para el siglo XXI.

Se espera que los estudiantes sean capaces de:

Habilidades

Planificar y conducir una investigación

- a. Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.
- b. Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

Analizar e interpretar datos

- c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.
- d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

Construir explicaciones y diseñar soluciones

- e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.
- f. Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.
- g. Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.

Evaluar

- h. Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.
- i. Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

³ Cabe señalar que no es necesario seguir un orden lineal al enseñar el proceso de investigación, y que es posible trabajar cada uno de los Objetivos de Aprendizaje en forma independiente.

Objetivos de Aprendizaje para 3° o 4° medio

Se espera que los estudiantes sean capaces de:

Conocimiento y comprensión

- OA 1. Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como el ambiental, médico, agrícola e industrial.
- OA 2. Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.
- OA 3. Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sostenible.
- OA 4. Evaluar la contribución de la física moderna y sus teorías estructuradoras (como relatividad y mecánica cuántica) al debate sobre la naturaleza de la realidad, así como su impacto sobre la sociedad, la tecnología y los sistemas naturales.
- OA 5. Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.
- OA 6. Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.
- OA 7. Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

Visión global

UNIDAD 1 Fenómenos químicos del entorno y sus efectos	UNIDAD 2 Química y Tecnología: aplicaciones para la vida	UNIDAD 3 Reacciones químicas: espontaneidad y cinética	UNIDAD 4 Química para la sustentabilidad
<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAJE</p> <p>OA 2: Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.</p> <p>OA 7: Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.</p> <p>OA e: Construir, usar y comunicar argumentos científicos.</p> <p>OA f: Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.</p> <p>OA i: Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.</p>	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAJE</p> <p>OA 1. Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.</p> <p>OA 5. Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.</p> <p>OA c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.</p> <p>OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos</p>	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAJE</p> <p>OA 3: Argumentar y comunicar, con base en evidencia científica, cómo la termodinámica y la cinética de reacciones químicas contribuyen a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y sus respuestas a cambios ejercidos sobre estos.</p> <p>OA 5: Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.</p> <p>OA b. Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.</p> <p>OA f: Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.</p> <p>OA h. Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.</p>	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAJE</p> <p>OA 4. Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.</p> <p>OA 6. Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.</p> <p>OA a. Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.</p> <p>OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.</p> <p>OA g. Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.</p>

<p>ACTITUDES</p> <p>Trabajar con empatía y respeto en el contexto de la diversidad, eliminando toda expresión de prejuicio y discriminación.</p> <p>Trabajar con autonomía y proactividad en trabajos colaborativos e individuales para llevar a cabo eficazmente proyectos de diversa índole.</p> <p>Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.</p>	<p>ACTITUDES</p> <p>Actuar de acuerdo con los principios de la ética en el uso de la información y de la tecnología, respetando la propiedad intelectual y la privacidad de las personas.</p> <p>Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que ellas tienen sobre sí mismo y los otros.</p> <p>Perseverar en torno a metas con miras a la construcción de proyectos de vida y al aporte a la sociedad y al país con autodeterminación, autoconfianza y respeto por sí mismo y por los demás.</p>	<p>ACTITUDES</p> <p>Pensar con consciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.</p> <p>Pensar con reflexión propia y autonomía para gestionar el propio aprendizaje, identificando capacidades, fortalezas y aspectos por mejorar.</p> <p>Pensar con apertura hacia otros para valorar la comunicación como una forma de relacionarse con diversas personas y culturas, compartiendo ideas que favorezcan el desarrollo de la vida en sociedad.</p>	<p>ACTITUDES</p> <p>Interesarse por las posibilidades que ofrece la tecnología para el desarrollo intelectual, personal y social del individuo.</p> <p>Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.</p> <p>Actuar responsablemente al gestionar el tiempo para llevar a cabo eficazmente los proyectos personales, académicos y laborales.</p>
<p>Tiempo estimado 10 semanas</p>	<p>Tiempo estimado 9 semanas</p>	<p>Tiempo estimado 10 semanas</p>	<p>Tiempo estimado 9 semanas</p>

Unidad 1

Unidad 1 Fenómenos químicos del entorno y sus efectos

Propósito

Argumentar cambios en sistemas naturales y/o contextos de interés a partir de las propiedades químicas de las especies y sus mecanismos de acción, considerando un análisis integrado desde esta y otras disciplinas. El objetivo es que los alumnos comprendan que la química permite evaluar el comportamiento de la materia al unirse con otras ciencias. El docente puede plantear preguntas como las siguientes: ¿Cómo impactan las conformaciones estructurales en la reactividad de las especies en fenómenos químicos? ¿Cómo explican y determinan las propiedades de una especie química sus posibles interacciones en y con un sistema?

Objetivos de Aprendizaje

OA 2: Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA 7: Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e: Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA f: Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA i: Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

Actividad 1. Evidenciando lo que no se ve: redox a nuestro alrededor

PROPÓSITO

Relacionar características de un sistema redox con flujo de electrones, usando evidencias físicas del fenómeno. Para ello, deberán identificar las propiedades redox de dos sistemas: el alcotest y la extracción de cobre.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2

Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA 7

Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

ACTITUDES

Trabajar con empatía y respeto en el contexto de la diversidad, eliminando toda expresión de prejuicio y discriminación.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

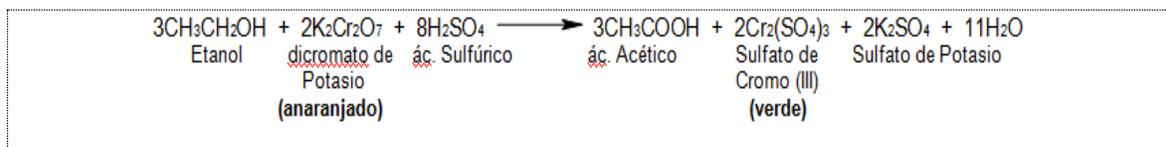
Caracterizando una reacción redox

Observaciones al docente:

Se aconseja reforzar el concepto de estado de oxidación y su cálculo por medio de reacciones iónicas y globales, indicando de forma explícita los valores de cada especie (conceptos trabajados en 1° medio en los temas relacionados con nomenclatura inorgánica y tipos de reacciones químicas). Este ejercicio puede apoyarse con el diseño de tablas u organizadores gráficos, empleando el sistema periódico como mapa orientador de los valores asociados. Es necesario que los alumnos dominen el concepto de estado de oxidación para usar y aplicar las semirreacciones en todo sistema redox y su igualación según método ion-electrón. Recordar que los carbonos en moléculas orgánicas presentan distintos estados de oxidación, dependiendo del elemento enlazado al carbono, así como ocurre con otras especies de uso recurrente en las reacciones redox. Por lo tanto, se recomienda asociar este fenómeno con las estructuras y enlaces de cada especie.

La química del alcotest: analizador del aliento

En los controles policiales se utiliza un dispositivo para examinar el grado de alcohol en los conductores, cuyo fundamento químico es una reacción redox. El dispositivo toma una muestra del aliento del conductor; ella se introduce en el analizador de aliento, en el cual se trata con una disolución ácida de dicromato de potasio. El etanol en el aliento se convierte en ácido acético, según la siguiente ecuación química:



Referencia: "La química en acción", QUÍMICA- Raymond Chang

A partir de la información anterior y la ecuación química que representa el fenómeno, los alumnos:

- Determinan el estado de oxidación de cada especie en la ecuación química del fenómeno, y representan los datos mediante una ecuación iónica del proceso.
- Escriben las semirreacciones redox del proceso e indican los cambios en los estados de oxidación desde los reactantes a los productos.
- Con los valores obtenidos, identifican la especie oxidada, la especie reducida, el agente oxidante y el agente reductor.
- Al revisar la ecuación anterior, notarán que algunas especies no participan en el proceso. Responden las siguientes preguntas: ¿Por qué? ¿Cómo se denominan estas especies? ¿Cuál es su aporte en el fenómeno?
- Ajustan las semirreacciones e indican el número de electrones intercambiados en cada sistema.
- Responden lo siguiente: Empleando el alcotest, ¿se puede establecer una relación entre los cambios físicos de la reacción y los estados de oxidación de los elementos químicos de las especies? ¿Por qué le sirve a la policía esa reacción?
- Explican cómo se evidencia que ocurrió una reacción redox en términos de cambios físicos del sistema, y argumentan la utilidad de este fenómeno en otras aplicaciones domésticas, industriales y/o de interés.

Continuando con el análisis del alcotest, responden las siguientes preguntas:

- Respecto de la reacción del alcotest, contestan las siguientes preguntas: ¿En qué medio se produce? ¿Cómo pueden identificar esta variable a partir de la reacción? ¿Influye este factor en el desarrollo y equilibrio del sistema redox? Para justificar, hacen un diagrama explicativo del fenómeno.
- Con respecto al medio ácido o básico del sistema, ¿afecta esta variable el rendimiento de la reacción?; es decir, ¿funcionará el alcotest?
- A partir de la respuesta anterior, diseñan un modelo explicativo que describa el impacto del medio sobre el sistema anterior.

Diseñando un afiche redox:**Observaciones al docente:**

Se aconseja trabajar con el profesor de Física para elaborar conceptos comunes a ambas áreas, como corriente eléctrica, intensidad o el uso de la ecuación de Nernst.

También se debe abordar la minería, dada su importancia para Chile en lo económico y en la conformación social e histórica del país. Sirve para que los alumnos analicen el fenómeno químico y reconozcan las características de los minerales estudiados y su uso. Asimismo, se puede hacer un recordatorio de lo que trabajaron en 1° medio respecto de los diferentes tipos de compuestos inorgánicos.

En cuanto al trabajo experimental, el tema permite implementar metodologías de trabajo asociadas a la naturaleza de la ciencia, y reforzar las técnicas para registrar resultados e identificar datos, preguntas y problemas a abordar (por ejemplo: V de Gowin modificada).

Se puede trabajar estas materias con las asignaturas de Historia, Geografía y Ciencias Sociales, dado el impacto de la minería en la conformación social, económica e histórica de Chile.

Para profundizar los conceptos redox, los alumnos indagan en bibliografía del área sobre el cobre (Cu), profundizando aspectos asociados a su presencia en la naturaleza y sus características tanto físicas como químicas; luego diseñan un afiche informativo que incluya:

- Tabla que permita organizar los nombres, formulas químicas y colores de las sales de cobre (oxidadas y sulfuradas), determinando en cada caso los valores del estado de oxidación del metal.
- Dibujos, fotografías u otros recursos visuales sobre el proceso de extracción y tratamiento del cobre (los tratamientos fisicoquímicos para obtener cobre metálico), identificando en cada etapa del proceso los estados de oxidación del Cu y tipo de proceso redox empleado.
- Mapa de explotación de cobre a escala nacional, con identificación de las principales zonas productoras.
- Información sobre la importancia y el impacto de este proceso productivo para Chile, en aspectos económicos, sociales y ambientales.

Conexión interdisciplinar:

Física OA 5

Módulo "Chile y la Región Latinoamericana" Historia, Geografía y Ciencias Sociales

OA 3, 5 y 6

Economía y Sociedad OA 7

Los jóvenes presentan su trabajo en plenario para que intercambien ideas y datos relevantes sobre el proceso redox y su impacto en el rendimiento de la producción cuprera nacional.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Explican comportamientos y propiedades de diversas sustancias químicas desde un análisis cualitativo y cuantitativo en contextos.
- Caracterizan variables involucradas en la construcción del conocimiento en reacciones químicas, considerando implicancias éticas, sociales y ambientales.
- Argumentan sobre los enfoques interdisciplinarios para analizar y proponer soluciones a problemas de carácter científico.

Recursos y sitios web

- Sitio oficial de la Corporación Nacional del Cobre:
www.curriculumnacional/link/https://www.codelco.com
- Página de la revista de Minería Chilena:
www.curriculumnacional/link/http://www.mch.cl/reportajes/litio-chile-mundo-proyecciones-hacia-2025/#
- Sitio web de la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM o SOQUIMICH): www.curriculumnacional/link/http://www.sqmc.cl
- Portal web de recursos educativos digitales del Gobierno de Canarias:
[www.curriculumnacional/link/http://www3.gobiernodecanarias.org/m-edusa/ecoescuela/recursosdigitales/category/bachillerato/29-quimica/](http://www3.gobiernodecanarias.org/m-edusa/ecoescuela/recursosdigitales/category/bachillerato/29-quimica/)
- Artículo de divulgación científica para el diseño de V de Gowin modificadas:
Olivares, C. (2014) *et al.* Gowin's V as an Instrument for Systematization of Chemical Knowledge. Obtenido 05 de mayo de 2019, desde
www.curriculumnacional/link/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814005370
- Página de recursos interactivos y recursos web sobre reacciones redox:
www.curriculumnacional/link/https://www.experimentoscientificos.es/reacciones-redox/
- Página de recursos interactivos para ejercitar ecuaciones redox:
www.curriculumnacional/link/https://www.periodni.com/es/balaneo_de_ecuaciones_redox.php
- Página con resumen de bibliografía especializada en redox:
www.curriculumnacional/link/https://www.uv.es/~bertomeu/caldas/bib-redox.html



Actividad 2. Cuerpo ¿ácido o básico?

PROPÓSITO

Explicar el comportamiento de sistemas ácido base en contexto, empleando las teorías aceptadas por la comunidad científica e identificando variables e implicancias de estos fenómenos. Para esto, analizarán ácidos y bases presentes en nuestro organismo y experimentarán con diferentes sustancias para determinar su pH.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2

Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA 7

Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

ACTITUDES

Trabajar con autonomía y proactividad en trabajos colaborativos e individuales para llevar a cabo eficazmente proyectos de diversa índole.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Contextualizando ácidos y bases: ¿están presente los ácidos y bases en nuestro organismo?

Observaciones al docente:

Se sugiere explicar las características de un ácido y una base, y describir estas especies desde las teorías de Arrhenius, Brönsted-Lowry y Lewis. Pueden recordar lo trabajado en 1° medio sobre tipos de reacciones químicas.

Es importante aclarar la implicancia del concepto pH y su significado desde el punto de vista matemático.

Las siguientes preguntas se refieren a ácidos y bases en el contexto de trastornos gastrointestinales; pueden inferir las respuestas del texto presentado más adelante:

- ¿Por qué el hidróxido de aluminio $\text{Al}(\text{OH})_3$ y el hidróxido de magnesio $\text{Mg}(\text{OH})_2$ actuarían como antiácidos? Explican el fenómeno desde la teoría de Arrhenius (usan la ecuación de disociación de ambas sustancias).
- La especie HCl es conocida como un tipo de ácido. Explican esta característica según las teorías de Arrhenius, Brönsted-Lowry y Lewis, justificando los alcances y limitaciones en cada caso (apoyan la explicación a partir de la disociación del HCl).
- Desde las tres teorías de ácido base, explican las reacciones 1 y 2 del texto; usan las ecuaciones de disociación o conjugación según corresponda a cada especie.
- ¿Qué se entiende por neutralización? Ejemplifican.
- ¿Qué ocurriría en el estómago si un antiácido aumentara el pH a 7? Argumentan sobre la base de criterios químicos y físicos.
- Cuando una persona sufre de acidez estomacal, se le recomienda tomar abundante agua (entre otras medidas) cuando sienta los primeros síntomas. ¿Qué explicación científica podría tener esa recomendación?
- ¿Qué ventaja podría tener el hidróxido de magnesio en comparación con el carbonato de calcio al usarse como antiácido?

Texto sugerido: Ácidos y bases en los trastornos gastrointestinales.

Los trastornos gastrointestinales son uno de los problemas que más afectan a las personas actualmente. Las comidas rápidas y la tensión producidas por la agitación con la que se vive, influyen en la aparición de enfermedades como la hiperacidez y úlceras gástricas. Las células que revisten el estómago segregan un fluido llamado jugo gástrico que tiene un alto contenido en ácido clorhídrico (HCl). La concentración de este ácido en el estómago es de 0,03 mol/L, que corresponde a un pH 1,52. El HCl es segregado cuando los alimentos llegan al estómago y el rol que cumple en la digestión es fundamental. Sin embargo, cuando una persona ha comido en exceso o está sometida a tensiones emocionales, las células del estómago secretan una mayor cantidad del ácido, el medio estomacal se torna más ácido y surgen los conocidos malestares de la acidez. Para combatir estos síntomas, existen ciertos fármacos llamados antiácidos, que contienen sustancias capaces de neutralizar el exceso de HCl en el estómago. La eficacia de los antiácidos se mide por su capacidad de neutralizar el exceso de acidez; si el pH del medio estomacal aumenta a valores mayores que 4, se podría dificultar la acción de

las enzimas digestivas, como la pepsina, que son fundamentales para degradar los alimentos. Por lo tanto, el contenido de sustancias básicas en los antiácidos no debe ser mayor a la cantidad estequiométrica necesaria para neutralizar solamente el exceso de HCl. Los antiácidos que se expenden en el comercio contienen como máximo 2 gramos de carbonato ácido de sodio (NaHCO_3) o 1 gramo de carbonato de calcio (CaCO_3). Así se representa las reacciones de neutralización:

Reacción 1	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Reacción 2	$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Uno de los productos de estas reacciones es el dióxido de carbono gaseoso, que puede aumentar la presión de los gases en el estómago y ocasionalmente producir flatulencia. Otros antiácidos contienen bases como el hidróxido de magnesio $\text{Mg}(\text{OH})_2$ o el hidróxido de aluminio $\text{Al}(\text{OH})_3$, que no generan dióxido de carbono en el proceso de neutralización. El antiácido no debe alterar la composición del plasma sanguíneo, pues causaría una afección conocida como alcalosis metabólica. Los antiácidos pueden tener efectos colaterales: por ejemplo; un exceso de hidróxido de magnesio puede producir diarrea; en cambio, demasiado aluminio produce estreñimiento.

Conexión interdisciplinar:
Ciencias de la Salud OA 3
Módulo Bienestar y Salud,
Ciencias para la
Ciudadanía OA 1
Educación Física y Salud 1
 OA 5

Observaciones al docente:

Se sugiere relacionar esta actividad con temas que aborden las características del sistema digestivo y su funcionamiento. Se puede pedir apoyo al profesor de Biología. Asimismo, el docente de Educación Física puede ayudar a enfatizar en los cuidados de la salud asociados a este tipo de fenómenos (por ejemplo, estrés, tabaquismo).

Observaciones al docente:

Se aconseja profundizar el significado y la implicancia del concepto de pH y su estimación de acuerdo al contexto, introduciendo además el concepto de indicador. Para mostrar experimentalmente la evidencia del pH, conviene usar indicadores naturales en tubos de ensayo limpios o material de vidrio; así podrán comparar las mediciones a partir de la observación directa. Si fuese posible, se sugiere proveer una solución de HCl de concentración 1 mol/L para construir la escala de ácidos, y una solución de NaOH 1 mol/L para construir la escala de bases. Cabe recordar los conceptos de unidad de concentración molar trabajados en 2° medio, en "Soluciones Químicas".

Empleando el pH y pOH en sustancias cotidianas:

Las siguientes preguntas sobre los conceptos de pH y pOH sirven para que los jóvenes las contesten con argumentos químicos:

- ¿Cuál es la importancia de la escala de pH? ¿Por qué y para se diseñó? Justifican la existencia de la escala de pH y el pOH.
- Explican la siguiente afirmación: “La concentración de este ácido X en el estómago es de 0,03 mol/L, que corresponde a un pH 1,52”. Deben usar cálculos y argumentos que permitan comunicar bien la explicación.

Observaciones al docente:

Conviene emplear la evaluación de la actividad experimental para implementar instrumentos de evaluación; por ejemplo: rúbricas u otros que incluyan criterios asociados a los objetivos de la unidad para las actitudes y habilidades.

Esta unidad se puede conectar con la asignatura de Biología, mediante el análisis de fenómenos ambientales como lluvia ácida, impacto de acidez en suelos y sistemas naturales, cuerpo humano, tampones sanguíneos, cambios de pH en los sistemas y nutrición.

Se puede elegir diversos temas, como el impacto de las actividades industriales sobre sistemas locales, los problemas sociales y de salud para las personas, para que analicen la política ambiental y los derechos y tratados ambientales vigentes.

Para verificar lo que aprendieron sobre ácidos y bases, los alumnos experimentan con indicadores naturales de pH, como repollo morado y/o té, a partir de variadas soluciones de alimentos. Para ello, cumplen las siguientes instrucciones y responden las preguntas a continuación:

- Seleccionan diferentes alimentos, considerando que el mismo alimento puede ser medido con ambos indicadores (así podrán comparar los resultados).
- Deben poner los alimentos elegidos en una solución con agua destilada de preferencia (si no se puede, emplear agua potable) y en un material que permita la observación directa (se sugiere usar tubos de ensayo).
- Miden el pH con los indicadores de repollo morado y té, y agregan directamente una cantidad de indicador a la solución que permita observar un cambio.
- Registran los resultados en fotografías y/o dibujos (usan los medios que tengan disponibles).
- Determinan una escala de pH y de pOH de cada sustancia e informan los criterios que aplicaron en su propuesta.
- Explican los resultados en función de las escalas de color obtenidas con ambos indicadores, clasificando los alimentos en sustancias ácidas y básicas.
- ¿Son iguales los resultados obtenidos con ambas escalas?, ¿qué criterio siguen las escalas? Ejemplifican con los resultados obtenidos (si tienen papel pH, comparan la escala con los valores obtenidos).
- ¿Qué utilidad podría tener en nutrición y salud saber el valor del pH?, ¿tiene impacto sobre la sangre el pH de los alimentos? Justifican sus respuestas apoyados en fuentes apropiadas.

La actividad finaliza con un plenario para que comparen sus resultados y respuestas, y comenten si el experimento sirvió para entender mejor el tema.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Modelan fenómenos ácido-base, redox, polimerización y despolimerización a partir de las características de las especies.
- Predicen comportamientos e interacciones en diversos sistemas, a partir de las características de las especies en diversas reacciones químicas.
- Argumentan sobre los enfoques interdisciplinarios para analizar y proponer soluciones a problemas de carácter científico.

Recursos y sitios web

- Página de actividades y síntesis temática sobre reacciones ácido-base: www.curriculumnacional/link/http://www.profesorenlinea.cl/Quimica/Acido_base.htm
- Página de síntesis temática sobre las reacciones ácido-base: [www.curriculumnacional/link/https://previa.uclm.es/profesorado/pablofernandez/QG-05-equilibrio%20acido%20base/equilibrio%20acido%20base.pdf](https://previa.uclm.es/profesorado/pablofernandez/QG-05-equilibrio%20acido%20base/equilibrio%20acido%20base.pdf)
- Página de ejemplos de reacciones ácido-base: [www.curriculumnacional/link/https://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/quimica/reacciones-acido-base/](https://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/quimica/reacciones-acido-base/)
- Página oficial del Ministerio del Medio Ambiente de Chile: [www.curriculumnacional/link/http://portal.mma.gob.cl](http://portal.mma.gob.cl)

Actividad 3. Uno más uno: construyendo polímeros

PROPÓSITO

Establecer la relación entre estructura y las propiedades de diversos polímeros, tanto naturales como sintéticos. Para esto, construyen modelos de estructuras poliméricas –experimentando con diversos polímeros– y la modificación de su estructura química.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2

Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

ACTITUDES

Trabajar con empatía y respeto en el contexto de la diversidad, eliminando toda expresión de prejuicio y discriminación.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Plásticos en nuestras vidas ¿son tan diferentes?

En nuestra vida cotidiana, utilizamos muchos plásticos con características diferentes, según las propiedades de las sustancias químicas que los componen. El polietileno es uno de los principales plásticos y hay dos tipos: el de alta densidad y el de baja densidad.

Observaciones al docente:

Se recomienda llevar bolsas plásticas y juguetes de plástico rígido, y comenzar con una lluvia de ideas para que los estudiantes reflexionen sobre los plásticos y sus propiedades en contextos de la vida cotidiana, y evalúen las distintas concepciones respecto del tema. Conviene recordarles que estudiaron “el enlace químico” en el átomo de carbono en 8° básico, y que vieron la “química del carbono” en 2° medio.

Observan y manipulan una bolsa plástica y un juguete de plástico rígido, y luego responden las siguientes preguntas:

- ¿Qué significa la palabra polietileno?
- ¿Cuál de los objetos es más resistente?
- ¿Cuál se ablandará por la acción del calor?
- ¿Cómo imaginan que es la estructura química de estos objetos?

Comparten las reflexiones y establecen un consenso, usando un papelógrafo o un documento que puedan compartir digitalmente.

Toman un ovillo de lana y cortan 100 trozos, cada uno de 5 cm aproximadamente. Luego usan los trozos de dos maneras distintas:

- Modo 1: unen 50 trozos de lana secuencialmente, uno tras otro.
- Modo 2: unen 50 trozos de lana entrelazados unos con otros de diferentes maneras, simulando una red.

Observaciones al docente:

Es importante revisar que los trozos queden bien ensamblados. Se recomienda focalizar en:

- La formación de un polímero al atar los nudos. Cada trozo simboliza un monómero y cada unión entre los trocitos representa el tipo de reacción química que ocurrió.
- Las diferencias entre polímeros lineales y ramificados y sus propiedades de resistencia.

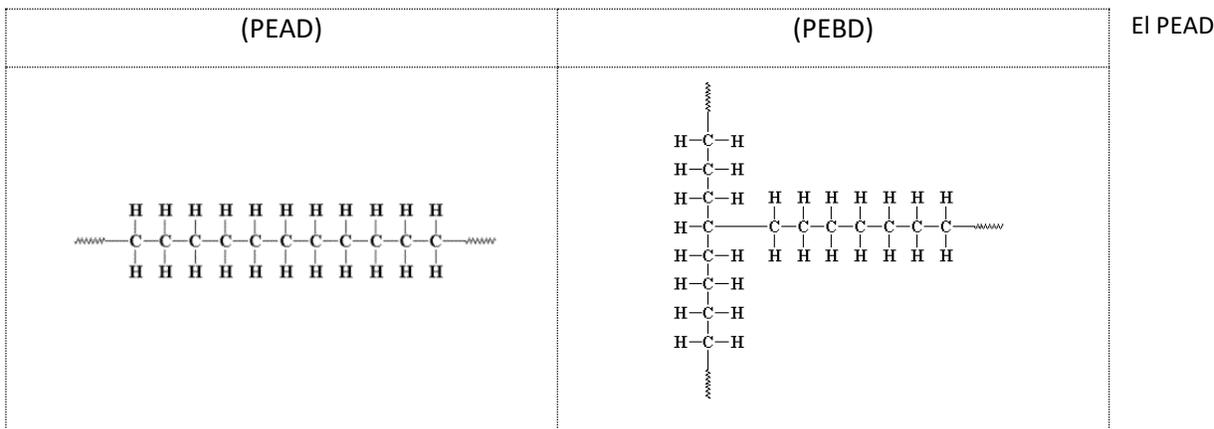
Analizan la experiencia orientados por las siguientes preguntas:

- ¿Qué se formó al unir los trozos en las dos maneras? ¿Cómo podrían denominar a cada modelo utilizando el prefijo “poli”? ¿Qué diferencias y semejanzas observan en ambos modelos?
- Intentan estirar los dos sistemas para analizar la respectiva resistencia. ¿Cuál de ellos es más resistente? ¿A qué propiedad del sistema atribuyen esta diferencia?

Estructuras de polímeros

A continuación, se muestra modelos de las estructuras del polietileno de alta densidad y de baja densidad.

Imagen 1: Comparación de polímeros



corresponde al polietileno de alta densidad y el PEBD es el de baja densidad.

Observaciones al docente:

A partir de las preguntas, los alumnos deberían observar que el polímero con estructura lineal tiene menor resistencia que el polímero de estructura ramificada, que es más resistente debido a la gran cantidad de uniones e interacciones entre los monómeros. Además, tendrían que deducir la relación entre: la baja densidad y el gran espacio que usa el polímero con respecto a su masa; y la alta densidad y el poco volumen respecto de su masa.

A partir de los modelos anteriores, reflexionan sobre las preguntas siguientes:

- ¿Qué semejanzas y diferencias existen en la estructura química de ambos compuestos?, ¿qué propiedades de resistencia predicen para cada polímero?, ¿cómo se relaciona la estructura presentada en las imágenes con los sistemas elaborados con el ovillo de lana?
- A partir del análisis anterior, responden: ¿qué tipo de polietileno se presenta en la bolsa y en el juguete?
- Considerando la estructura química de ambos compuestos, ¿por qué se denominan de alta densidad y baja densidad, respectivamente?
- Socializan las respuestas y presentan los resultados.

Continuando con la actividad:

Observaciones al docente:

Se sugiere mediar la discusión para que asocien los sistemas construidos con la formación de polímeros de adición.

- Discuten los pasos para construir los modelos: analizan si al atar cada nudo fueron cortando pequeños trozos, o si usaron el trozo completo.

- Indagan en internet u otras fuentes el significado de “polímeros de adición” y “polímeros de condensación” y lo relacionan con los sistemas que formaron con el ovillo.

Experimentando con polímeros:

Con esta actividad, se busca que modelicen los fenómenos asociados a polímeros, para lo cual se propone los siguientes experimentos:

Observaciones al docente:

Los experimentos permiten modelar el comportamiento de polímeros naturales, y la estructura lineal de proteínas en el huevo (principalmente albúmina) y la leche de vaca (principalmente caseína) en su estado desnaturalizado. Destaque que la unión ocurre por reacción de condensación, y explique la formación de una molécula de agua cada vez que ocurre el enlace peptídico. Pueden discutir sobre los factores que influyen en la desnaturalización de estructuras proteicas.

Los alumnos percibirán que, para construir el conocimiento científico, hay que considerar las evidencias de fenómenos y experimentos; también notarán que se requiere llegar consensos en la ciencia.

Al analizar los polímeros y cómo se forman, podrán comprender la síntesis de biomoléculas; por ende, se puede tratar estos tópicos a partir de los procesos biológicos en el ser humano.

- Experimento 1. Introducen 100 mL de la leche en un matraz Erlenmeyer (lo rotulan) y luego agregan 10 mL de ácido acético. Dejan reposar y anotan las observaciones (mantienen el matraz en reposo hasta el final del trabajo).
- Experimento 2. Quiebran un huevo y lo introducen en un vaso de precipitados. Agregan 20 mL de etanol y anotan sus observaciones con respecto a la yema y a la clara.
- Experimento 3. Quiebran un huevo, lo introducen en un vaso de precipitados y registran su temperatura con un termómetro. Con ayuda de un mechero, calientan el huevo, registran su temperatura cada 5 segundos y anotan cada vez sus observaciones con respecto a la yema y la clara.
- Averiguan qué componentes tienen en común el huevo y la leche; a partir de eso, proponen una explicación para los fenómenos observados en cada experimento.
- Indican si hay algún polímero en el huevo o en la leche. Si lo hubiese, definen si su estructura es lineal o ramificada, y averiguan si se forma por adición o por condensación.
- Discuten sobre el origen de los polímeros del huevo, la leche de vaca, las bolsas y el juguete.

Conexión interdisciplinar:

Biología Celular y Molecular

OA 3

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Explican comportamientos y propiedades de diversas sustancias químicas desde un análisis cualitativo y cuantitativo en contextos.
- Modelan fenómenos ácido-base, redox, polimerización y despolimerización a partir de las características de las especies.

Recursos y sitios web



- Página web sobre reacciones de polimerización:
[www.curriculumnacional/link/http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material_de_clase/qcyp-b4.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material_de_clase/qcyp-b4.pdf)
- Sitio sobre tópicos químicos de polímeros:
[www.curriculumnacional/link/http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material_de_clase/qcyp-b4.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material_de_clase/qcyp-b4.pdf)

Actividad 4. Descubriendo el suelo como un mundo químico.

PROPÓSITO

Analizar la relación entre los nutrientes de diversos alimentos y su biodisponibilidad, a partir de interpretación de valores de pH y potenciales redox de suelos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 2

Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.

OA 7

Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA i

Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

ACTITUDES

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

DURACIÓN

4 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

La importancia del pH en el suelo

Los suelos se utilizan para cultivar hortalizas y frutas, entre otras plantas, que proveen de alimentación a diversas especies.

La clase se inicia con las siguientes preguntas para reflexionar:

- ¿El suelo aporta nutrientes a las diferentes verduras y hortalizas que se cultivan? ¿cómo?
- ¿Existirá relación entre el valor de pH del suelo y las condiciones de cultivo de las hortalizas y frutas?

Conexión interdisciplinar:
Biología de los Ecosistemas OA 2

Uso de información presentada en tablas.

Observaciones al docente:

Es importante que enfatice la relación pH y disponibilidad de minerales en la planta, con la acumulación en los productos seleccionados, y también las cantidades que en ella se encuentran y que son necesarias para el organismo. Esta actividad se puede enlazar con áreas de la Biología para analizar la importancia de las cantidades de oligoelementos en el organismo.

Relacionan la información tabulada, orientados por preguntas clave que se presentan a continuación de la tabla 1:

Tabla 1: Valores de pH óptimos según cultivos.

Cultivo	Intervalo de pH		Cultivo	Intervalo de pH		Cultivo	Intervalo de pH	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
Acelga	6,0	7,5	Col	5,5	7,5	Nabo	5,5	6,8
Agrios	6,0	7,5	Col Bruselas	5,7	7,3	Nogal	6,0	8,0
Albaricoque	6,0	7,0	Coliflor	6,0	7,3	Olivo	6,0	8,0
Alfalfa	6,2	7,8	Colza	6,0	7,5	Orquídea	4,0	5,0
Algodón	5,0	6,0	Escarola	5,6	6,7	Patata	4,8	6,5
Agrostis	5,0	6,0	Espárrago	6,2	7,7	Pepino	5,7	7,3
Almendro	6,0	7,0	Espinaca	6,2	7,6	Peral	5,6	7,2
Apio	6,1	7,4	Festuca ovina	4,5	6,0	Pimiento	7,0	8,5
Arroz	5,0	6,5	Festuca	4,5	7,0	Pino	5,0	6,0
Avellano	6,0	7,0	pratense	5,5	8,0	Plátano	6,0	7,5
Avena	5,0	7,5	Fleo	5,5	7,0	Poa pratense	5,5	7,5
Ballico	6,0	7,0	Frambuesa	5,0	6,5	Rábano	6,0	7,5
Begonia	5,5	7,0	Fresa	5,0	6,0	Remolacha	6,1	7,4
Berenjena	5,4	6,0	Gardenia	6,0	7,5	Rosal	5,5	7,0
Boniato	5,1	6,0	Girasol	5,5	7,2	Soja	6,0	7,0
Brócoli	6,0	7,3	Gramma	6,0	7,5	Tabaco	5,5	7,5
Cacahuete	5,3	6,6	Guisante	5,6	7,0	Tomate	5,5	7,0
Calabaza	5,6	5,7	Judía	5,5	7,0	Trébol blanco	5,6	7,0
Caña azúcar	6,0	8,8	Lechuga	5,0	7,0	Trébol híbrido	5,5	7,0
Castaño	5,0	6,5	Lino	5,5	7,5	Trébol rojo	5,5	7,5
Cebada	6,5	8,0	Maíz	5,4	6,8	Trébol violeta	5,7	7,6
Cebolla	6,0	7,0	Manzano	6,5	7,5	Trigo	5,5	7,5
Centeno	5,0	7,0	Meliloto	5,7	7,3	Veza	5,2	7,0
Cerezo	6,0	7,5	Melón	5,2	6,8	Vid	5,4	6,8
Clavel	6,0	7,5	Melocotonero	5,7	7,2	Zanahoria	5,7	7,0
			Membrillero					

Los cultivos presentan rangos de pH óptimos; están en orden alfabético.

- ¿Qué rango de pH resulta óptimo para el cultivo de hortalizas y frutas de mayor consumo en su localidad? Comparten sus conclusiones en un papelógrafo y/o un documento que puedan compartir digitalmente.
- Analizan sus respuestas y las contrastan con la información de la tabla.
- Luego se fijan en tres productos que se cultivan en el suelo: papa, espárrago y manzana. Discuten sobre las posibilidades de cultivo y su relación con el pH, para lo cual utilizan la tabla 2.

Tabla 2: Variables de cultivo para papa, espárrago y manzana.

Producto	Papa	Espárrago	Manzano
Rango de pH óptimo	5,0 – 5,5	6,5 – 7,5	5,5 – 6,5
Minerales	Papa	Espárrago	Manzano
Aluminio	168 µg	0	66 µg
Calcio	6,40 mg	26 mg	5,5 mg
Níquel	6 µg	0	2,40 µg

*Cantidades de acuerdo a 100 g del producto.

- Comparan los tres productos en función de las variables de la tabla 2.
- ¿Qué condiciones de pH son óptimas para la bioasimilación de Al y Ni?
- ¿Qué alimento tiene más Ca?
- Considerando los rangos de pH óptimo para la asimilación de minerales:
Aluminio: 4,0 – 5,5 y Calcio: 6,0 – 9,0
- ¿Coincide esta información con los pH de cultivo de las diferentes hortalizas?
- Indagan en diversas fuentes sobre la importancia del aluminio, el calcio y el níquel en el organismo, y las cantidades necesarias de los mismos.

A continuación, se presenta un texto asociado a reacciones redox en el suelo, cuya información permitirá a los estudiantes reflexionar sobre lo siguiente:

- ¿Cómo se explica la disponibilidad de nutrientes minerales, desde el punto de vista de los procesos redox? Explique los valores de los potenciales redox en los procesos asociados al suelo.
- ¿Por qué la tendencia general de los suelos normales es a oxidarse?
- ¿Por qué la saturación de agua tiende a provocar un ambiente reductor? Explican y ejemplifican, basados en el texto informativo.

Reacciones redox en el suelo

“En el suelo existe un equilibrio entre los agentes oxidantes y reductores. La materia orgánica se encuentra reducida y tiende a oxidarse; es reductora, ya que al oxidarse tiene que reducir a otro de los materiales del suelo. Por el contrario, el oxígeno es oxidante. Por otra parte, hay muchos elementos químicos que funcionan con números de oxidación variables, pudiendo oxidarse o reducirse según el ambiente que predomine.

Los compuestos más importantes en estas reacciones:

Oxidante: oxígeno (condiciones aerobias)

Reductor: materia orgánica (se oxida, libera energía para microorganismos y se origina el compuesto más oxidado: CO_2)

Los procesos de oxidación-reducción envuelven a otros elementos que pueden actuar con diferentes números de oxidación; entre ellos, Fe, Mn, S, N. Algunos ejemplos de procesos de oxidación en el suelo son:

Oxidación: del Fe^{2+} de minerales primarios en Fe^{3+} , formando óxidos e hidróxidos; la transformación de Mn^{2+} en Mn^{4+} ; la oxidación de S^{2-} , por ejemplo, de pirita en sulfatos; la nitrificación, es decir, la transformación de NH_4^+ en nitritos y nitratos.

Por el contrario, muchos procesos suceden bajo condiciones reductoras, como la desnitrificación y la formación de compuestos Fe^{2+} y Mn^{2+} .

Para analizar la capacidad de un suelo de oxidarse o reducirse, se toma como referencia el potencial de oxidación o el potencial de reducción, que se mide en voltios (usualmente en mili voltios). En este caso, se tomará como referencia el potencial de oxidación (Eh):

Sistemas más oxidantes que el hidrógeno: Eh positivo.

Sistemas más reductores que el hidrógeno: Eh negativo.

La reducción de elementos en el suelo al aumentar las condiciones anaerobias, sigue la secuencia:

O_2 NO_3^- Mn^{4+} Fe^{3+} SO_4^{2-} CO_2

Un componente empezará a reducirse cuando todas las formas oxidadas con Eh superiores se hayan reducido.

Tabla 3: Valores mV.

mV	
820	desaparece el O_2
420	formación de NO_2^-
400	formación de Mn^{2+}
170	formación de Fe^{2+}
0	formación de H_2
-160	formación de HS^-
-240	formación de CH_4

Considere la información del texto para la presente tabla.

En los suelos normales el ambiente es aireado y, por lo tanto, la tendencia general es oxidante. En los suelos hidromorfos, la saturación en agua tiende a provocar un ambiente reductor”.

Observaciones al docente:

La actividad buscar aplicar los fundamentos de reacciones redox en un contexto cotidiano, como el cultivo de hortalizas y frutas; así, el profesor puede relacionar el pH y potenciales redox como factores que operan juntos. También sirve para que promueva el análisis de diagramas, esquemas y/o tablas, y particularmente para destacar cómo los tres productos presentados asimilan el hierro y el manganeso en los rangos de pH óptimos de cultivo (por esta razón, las cantidades de estos minerales es relativamente equitativa)..

).

Permite trabajar la forma en que se construye el conocimiento científico, considerando las evidencias de fenómenos y experimentos y, a su vez, la práctica de llegar a consensos en la ciencia.

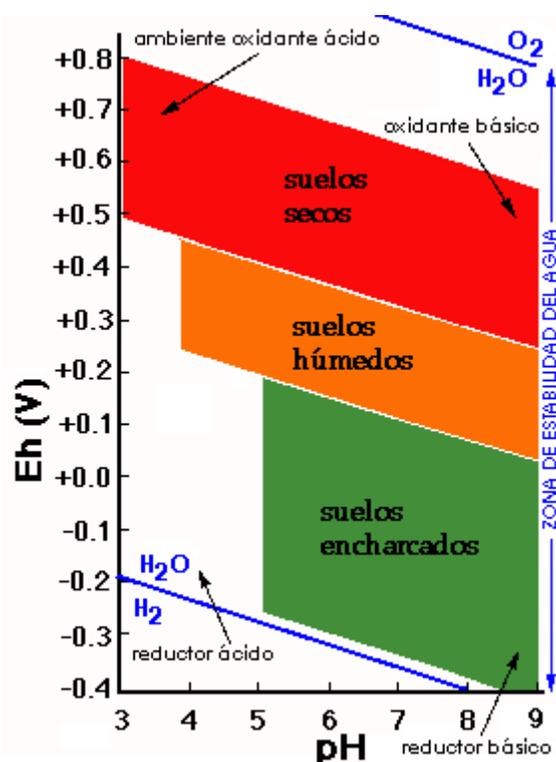
Asimismo, los alumnos podrán comprobar la sinergia entre distintos temas (potenciales redox y pH) para tomar decisiones en la vida diaria.

A continuación, leen el siguiente párrafo y después desarrollan las actividades propuestas:

Suelos y pH

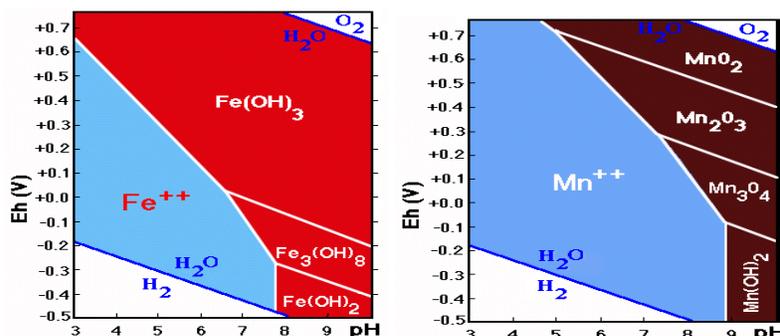
Los valores de pH y potencial redox (medidas Eh) delimitan los campos de estabilidad de los materiales del suelo. En sistemas naturales, los límites superior e inferior de los potenciales redox vienen definidos por el límite de estabilidad del agua.

Diagrama 1: Relación potencial redox y pH en cultivos.



- Explican la correlación de las variables del diagrama para: ambiente reductor ácido, ambiente reductor básico, ambiente oxidante ácido, ambiente oxidante básico, zona de estabilidad del agua, suelos secos, suelos húmedos, suelos encharcados.

Diagrama 2: Relación potencial redox y pH en hierro y manganeso, en suelo.



- Establecen los valores de pH óptimos para la bioasimilación de hierro y manganeso.
- ¿Cuáles son las condiciones de potencial redox para que el hierro y el manganeso se asimilen en la planta?
- De acuerdo al diagrama 1, ¿qué tipos de suelos son adecuados para ello?
- Indagan en diversas fuentes del área sobre los beneficios del hierro y el manganeso para el organismo.
- A partir del diagrama 2 y los valores de la tabla 2, ¿cómo explicarían la siguiente tabla? (deben relacionar ambos parámetros de información).

Tabla 4: Cantidad de Fe y Mn en papa, espárrago y manzana.

Mineral	Papa	Espárrago	Manzano
Hierro	0,43 mg	0,68 mg	0,56 mg
Manganeso	0,15 mg	0,10 mg	0,05 mg

*Cantidades de acuerdo a 100 g del producto.

Para terminar, se pone en común de las respuestas, con el fin de buscar acuerdos y diagnosticar puntos críticos del análisis de las tablas y los gráficos presentados.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Argumentan implicancias éticas, sociales y ambientales de iniciativas científico-tecnológicas que requieren del conocimiento de reacciones químicas para su funcionamiento.
- Explican los fenómenos ácido-base, redox y de polimerización y despolimerización del entorno, integrando conocimientos de diversas disciplinas.

Recursos y sitios web



- Portal sobre información de suelos:
[www.curriculumnacional/link/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33824.pdf](http://www.curriculumnacional.cl/link/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33824.pdf);
[www.curriculumnacional/link/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boltec/NR10710.pdf](http://www.curriculumnacional.cl/link/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boltec/NR10710.pdf)
- Página sobre aporte nutricional de suelos:
[www.curriculumnacional/link/http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista_agricola_octubre_36-37.pdf](http://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista_agricola_octubre_36-37.pdf);
[www.curriculumnacional/link/https://alimentos.org.es/minerales-patatas-nuevas](https://www.curriculumnacional.cl/link/https://alimentos.org.es/minerales-patatas-nuevas);
[www.curriculumnacional/link/https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/267902.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/link/https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/267902.pdf);
[www.curriculumnacional/link/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR15632.pdf](http://www.curriculumnacional.cl/link/http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR15632.pdf)
- Sitio sobre relación pH y potenciales redox en suelos:
[www.curriculumnacional/link/http://www.edafologia.net/introeda/tema05/ph.htm](http://www.curriculumnacional.cl/link/http://www.edafologia.net/introeda/tema05/ph.htm)

Actividad de Evaluación: Especies químicas versátiles: el caso del CO₂

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE EVALUACIÓN
<p>OA 2: Explicar, por medio de investigaciones experimentales y no experimentales, fenómenos ácido-base, de óxido-reducción y de polimerización-despolimerización presentes en sistemas naturales y en aplicaciones tecnológicas.</p> <p>OA 7: Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la química con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.</p> <p>OA e: Construir, usar y comunicar argumentos científicos.</p> <p>OA i: Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.</p>	<p>Explican comportamientos y propiedades de diversas sustancias químicas desde un análisis cualitativo y cuantitativo en contextos.</p> <p>Argumentan implicancias éticas, sociales y ambientales de iniciativas científico-tecnológicas que requieren del conocimiento de reacciones químicas para su funcionamiento.</p> <p>Caracterizan variables involucradas en la construcción del conocimiento en reacciones químicas, considerando implicancias éticas, sociales y ambientales.</p>
<p>DURACIÓN</p> <p>4 horas pedagógicas</p>	

El anhídrido carbónico, también conocido como dióxido de carbono (CO₂, cuya estructura química es O=C=O), es un compuesto inorgánico muy importante en diferentes tipos reacciones químicas de procesos relacionados con la vida y el planeta, aplicaciones tecnológicas y algunas actividades referidas a la contaminación.

Analizando propiedades del CO₂

A partir de la estructura de la molécula, los estudiantes explican la reactividad y el estado de la materia en condiciones normales para el dióxido de carbono.

Definen sus propiedades ácido-base; para ello:

- Escriben la reacción química de la molécula de dióxido de carbono con agua y describen el equilibrio químico a partir de la ecuación construida.
- Indican las características ácido-base del producto formado en la reacción anterior, en función de las estructuras y el tipo de reacción.
- A partir de las constantes de equilibrio en medio acuoso en el que participa el producto formado en la ecuación química inicial, explican el comportamiento ácido-base de las especies involucradas.

- Identifican y describen el rol de las especies químicas participantes para un sistema de tipo *buffer*.
- Calculan y esquematizan la preparación de un litro de una solución *buffer* (bicarbonato/ácido carbónico) a pH 7,4. Responden: ¿dónde se puede encontrar este sistema *buffer* en la naturaleza?

Aplicando el CO₂ en diferentes contextos

El CO₂ participa en la fotosíntesis que realizan las plantas, cuya acción principal es en la fase oscura de este proceso.

- Identifican la relación que existe entre la glucosa y el CO₂, usando la ecuación química balanceada.
- Explican el proceso por el cual la glucosa se polimeriza para que la planta la almacene e indican los productos obtenidos.

Algunos investigadores han estudiado la formación de CO₂ a partir de materia orgánica en sistemas acuáticos (que se puede representar como CH₂O) y establecieron las siguientes semirreacciones:



- Identifican la semirreacción de oxidación y la semirreacción de reducción, y señalan el agente oxidante y el agente reductor.
- Balancean la ecuación en medio ácido.
- Indagan el valor de E° para el sistema $CH_2O \rightarrow CO_2$
- Considerando que la reacción deja de ocurrir para potenciales negativos, determinan el valor de potencial de la semirreacción de formación del CO₂ en el cual debería dejar de ocurrir esta reacción, y explican el impacto de este fenómeno para los sistemas acuáticos.
- A partir de la reacción anterior, dibujan el esquema de una pila y explican la función de cada parte.

Responden: Las reacciones químicas (ácido-base, redox, polimerización y despolimerización) en que participa el CO₂, ¿son beneficiosas o dañinas para la vida y el planeta? Fundamentan a partir de lo aprendido en las etapas previas a esta evaluación.

Unidad 2

Unidad 2 - Química y Tecnología: Aplicaciones para la vida

Propósito de la unidad

Abordar el avance de la nanoquímica y los polímeros desde la perspectiva científico-tecnológica, estudiando contextos históricos, sociales, éticos y ambientales. Se busca que los estudiantes comprendan que especies químicas, nanoquímicas y polímeros impactan sobre los ecosistemas y la sociedad. Se puede orientar la actividad con preguntas como las siguientes: ¿Qué cambios han provocado en las personas y la naturaleza, el desarrollo y el avance científico y tecnológico de la química de polímeros? ¿Cómo cambiará nuestra forma de vida el desarrollo científico y tecnológico en nanoquímica?

Objetivos de Aprendizaje

OA 1. Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

OA 5. Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

Actividad 1. Nanoquímica: ¿consecuencia de la historia?

PROPÓSITO

Describir y valorar el desarrollo de la nanoquímica como área de estudio interdisciplinar, relacionando los hitos históricos con las aplicaciones en la vida cotidiana.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

ACTITUDES

Actuar de acuerdo con los principios de la ética en el uso de la información y de la tecnología, respetando la propiedad intelectual y la privacidad de las personas.

Duración

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

A partir de la información del siguiente texto, analizan y responden las preguntas a continuación.

Observaciones al docente:

La actividad permite relacionar la nanotecnología con aspectos de la unidad anterior referidos a polímeros. Como son materiales moleculares manipulables a partir del método *bottom-up*, se los puede usar para ejemplificar dicho método. Además, se sugiere considerar que uno de los estudios más importantes en nanoquímica fue el que condujo a Heeger, MacDiarmid y Shirikawa (ganadores del Premio Nobel de Química en el año 2000) a descubrir y desarrollar los polímeros conductores.

Se recomienda enfatizar la relación entre nanoquímica y las disciplinas interrelacionadas, como la nano-ingeniería y la medicina, entre otras (dé ejemplos como las máquinas nano-cazadoras que se emplean en medicina para “cazar” células peligrosas o virus y bacterias; también puede mencionar los premios Nobel de ciencias entregados recientemente).

El inicio del nanomundo

El prefijo “nano” se refiere a una unidad métrica llamada nanómetro (nm). Es una escala de longitud (como el milímetro o las micras) y equivale a una mil millonésima parte de un metro ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$). Para comprender mejor qué significa, podemos imaginar un virus (diámetro aproximado: 60 a 250 nm) o un glóbulo rojo (diámetro aproximado de 2000 nm) y compararlos con un cabello, cuyo diámetro varía entre 30000 y 50000 nm.

Los materiales nanométricos se comenzaron a popularizar en la década de 1980 y en julio de 1990, se efectuó en Baltimore (Estados Unidos) uno de los primeros simposios internacionales sobre Nanociencia y Nanotecnología; entonces se definió formalmente el estudio de nanomateriales (NMs) y se clasificó la nanotecnología como una sub-área de las ciencias básicas.

El estudio de las aplicaciones tecnológicas de los NMs ha crecido vertiginosamente; entre ellas, los avances en el campo de la microscopía electrónica, el descubrimiento de las formas alotrópicas del carbono (como los fullerenos), los nanotubos de carbono y las innovaciones basadas en el grafeno.

De la nanotecnología y todas sus áreas de aplicación, surge la nanoquímica como conjunto de estrategias inteligentes para resolver problemas, por medio del diseño de materiales que responden a necesidades especiales en campos que van desde la catálisis industrial hasta la biomedicina. En tal sentido, cabe mencionar las intervenciones del destacado físico Richard Feynman (1918-1988). Casi como un profeta, el científico vislumbró todo un nuevo mundo de posibilidades en el ‘nano mundo’, introdujo el concepto de nanotecnología y propuso uno de sus primeros paradigmas, con lo que cambió la forma de sintetizar las nuevas estructuras moleculares: de la tradicional estrategia de construir de arriba hacia abajo (del inglés *top-down*) a un nuevo modelo de construir moléculas de abajo hacia arriba (del inglés *bottom-up*)”.

Adaptación y extracto de Nanotecnología: fundamentos y aplicaciones ISBN: 978- 980 -12- 8382-9 Editores: C Lárez-Velásquez, S Koteich-Khatib, F López-González.

- Considerando las unidades de medida de los sistemas estudiados, ¿qué importancia tiene intervenir la materia en un nivel nano? Para responder, los alumnos relacionan este aspecto con la superficie de contacto de una especie química y su reactividad.
- De acuerdo con los conocimientos adquiridos en la unidad y en años anteriores, y dado el nivel nanométrico, ¿qué modelo de la materia describe mejor el comportamiento de la materia en este nivel: el modelo físico clásico o la mecánica cuántica? Argumentan la respuesta.
- A partir del texto, explican cómo surgió la nanoquímica desde una perspectiva histórico-social; para complementar su respuesta, indagan en fuentes del área (resaltando el rol de hombres y mujeres en el avance de la ciencia) y construyen una línea de tiempo que relacione el contexto socio-histórico.
- Los estudios de la nanoquímica se centran en el método *bottom-up*, con el fin de conseguir nuevas propiedades y aplicaciones de diversas especies. Buscan ejemplos concretos de la aplicación de este método y lo comparan con el método *top-down*; para ello, elaboran trípticos y/o afiches científicos informativos (deben incluir ventajas y desventajas de cada método).
- El texto presenta a Richard Feynman como “profeta” del área. ¿Qué induce a pensar el autor del artículo con esta afirmación?

Estudio de casos

Leen los tres casos siguientes:

Caso 1: Una terapia para contrarrestar la hipoxia y el estrés oxidativo de las células en seres vivos es utilizando ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico encapsulado en nanopartículas (NPs) de quitosano (Trolox®). La comprobada actividad antioxidante (similar a la de la vitamina E) de este ácido, sumada al efecto sinérgico del quitosano, aumentan la efectividad del tratamiento. Además, por encontrarse encapsulado, la liberación del fármaco es lenta, permitiendo a los sistemas in vivo tomar la cantidad necesaria del antioxidante cada vez que la necesite y evita la excreción en exceso, o la degradación de este por otras vías metabólicas.

Conexión interdisciplinaria:

Ciencias de la Salud

OA 5

Caso 2: Se han reportado estudios en el campo de la nano-oncología utilizando NPs de oro en la detección de células cancerígenas.

Caso 3: Maier-Hauff et al desarrollaron un tratamiento para el glioblastoma multiforme (tumor cerebral) utilizando NPs magnéticas de óxido de hierro, ya que las NPs interactúan con el tumor utilizando una sonda termométrica (catéter).

Para elaborar el afiche:

- Diseñan un póster informativo para socializar los casos expuestos; tienen que incluir las estructuras químicas de las especies involucradas y usar imágenes que expliquen su respectivo impacto.
- Indagan sobre la norma ISO TC-229 (que recoge todos los aspectos relacionados con la nanotecnología) y luego exponen sus implicancias y significado en el desarrollo de la nanoquímica.

Observaciones al docente:

Se aconseja trabajar colaborativamente con Física en los aspectos relacionados con mecánica cuántica, y las explicaciones que ofrece la nanoquímica sobre el comportamiento y el análisis de las propiedades de nanomateriales, pues no se pueden entender desde la Física clásica. Otra opción es recordar conceptos trabajados en 8° básico en el eje temático de Química.

También hay que abordar las implicancias éticas y sociales del desarrollo del tema, pues no existe una legislación consensuada ni establecida al respecto.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Vinculan las propiedades de nivel nano de la materia con su aplicación y efecto en ámbitos médicos, agrícolas, industriales, entre otros.
- Evalúan el impacto del desarrollo de la nanoquímica y química de polímeros en diversos aspectos de la vida humana y la naturaleza, considerando las relaciones entre las partes de un sistema y las implicancias tecnológicas, éticas y sociales de sus usos.

Recursos y sitios web

- El Observatorio de nanomateriales de la Unión Europea ofrece información sobre los nano materiales existentes en el mercado de la UE:
www.curriculumnacional/link/https://euon.echa.europa.eu/es/uses
- Página informativa sobre las normas ISO:
www.curriculumnacional/link/https://www.isotools.org/normas/
- El proyecto NANOSUSTAIN, financiado con fondos europeos, responde algunas interrogantes importantes con respecto a la seguridad de tres nanomateriales artificiales (NA) y uno fabricado a partir de productos naturales:
www.curriculumnacional/link/https://cordis.europa.eu/project/rcn/94362/brief/es
- Sitio web del Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología: www.curriculumnacional/link/http://cedenna.cl/

Actividad 2. Impactando el entorno: nanoquímica y contaminantes

PROPÓSITO

Identificar y describir las consecuencias de una especie nanoquímica a partir de su comportamiento, argumentando ventajas y desventajas en su uso.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

ACTITUDES

Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que ellas tienen sobre sí mismo y los otros.

Duración

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Basados en la información que sigue, analizan y desarrollan las preguntas a continuación del texto:

Nanopartículas y su efecto contaminante

El dióxido de titanio en forma de nanopartículas se usa como decolorante en cremas y lociones; actualmente está aprobado como filtro UV para protectores solares en concentraciones de hasta un 25% m/m, que pueden considerarse seguras para los seres humanos al aplicarse en pieles intactas (sanas) o “quemadas” por el sol.

La evaluación de seguridad del producto establece que el dióxido de titanio no penetra la piel en ninguna de sus formas, incluida la nanoforma; si surgen nuevas pruebas científicas que demuestren un comportamiento distinto de las nanopartículas, habrá que revisar dicha conclusión. Sin embargo, inhalar nanopartículas puede causar toxicidad e inflamación de los pulmones, y algunas pruebas sugieren que podría provocar cáncer.

También existe un leve riesgo de que la exposición a estos nanomateriales provoque irritación de la piel o los ojos y sensibilización cutánea. Aún no existe información relevante sobre la toxicidad reproductiva, pero algunas pruebas científicas indican que los nanomateriales de dióxido de titanio, si penetran en el organismo, pueden dañar el material genético (en todo caso, es poco probable que la aplicación cutánea tenga estos efectos).

En determinados casos, las nanopartículas de dióxido de titanio también pueden actuar como fotocatalizadores; esto significa que reaccionan a la luz UV, acelerando la fotorreacción que provoca la oxidación de algunas moléculas biológicas y generando radicales libres. Esto último podría potenciar los efectos tóxicos mencionados. Sin embargo, no todas las partículas de dióxido de titanio que se usa en los productos cosméticos tienen esta propiedad. Con el recubrimiento apropiado, las nanopartículas dejan de actuar como fotocatalizadores, pero mantienen su función como filtro UV. No obstante, se recomienda que los fabricantes de protectores solares eviten usar nanopartículas de dióxido de titanio con niveles importantes de actividad fotocatalítica, o que recubran su superficie con un material estable y seguro.

Observaciones al docente:

Se sugiere que prepare algún material sobre la nanoquímica, contaminantes y los conceptos relacionados con ella, o que haga una introducción al tema para que los estudiantes tengan referencias al abordar las siguientes preguntas. Se sugiere revisar los recursos web incluidos al final de la actividad.

Basados en la información anterior (que complementan con bibliografía relacionada con la nanoquímica), responden lo siguiente para explicar cómo se comporta el dióxido de titanio:

- Luego de indagar en diversas fuentes o en el material entregado por el docente, ¿cómo se define “contaminante” y cuál es su ciclo de vida? Exponen sus definiciones en una discusión colaborativa.
- Según dicha definición, ¿se comportan así las partículas de dióxido de titanio? Argumentan la respuesta basados en evidencias.
- Considerando el uso de bloqueadores solares en aerosol y polvo, relacionan la exposición por inhalación y su efecto contaminante. Lo explican con un papelógrafo o material digital.
- Describen los efectos de las nanopartículas de dióxido de titanio en servicios ecosistémicos locales o nacionales.

Observaciones al docente:

El uso comercial de los nanomateriales es relativamente reciente; por ende, hay grandes expectativas sobre sus aplicaciones. El profesor debe recalcar que también plantean problemas de seguridad, pues se carece de evidencias sustentadas en el tiempo y de las normas correspondientes. Por esto, conviene potenciar la argumentación científica y la comunicación de avances (apoyada en documentos de entidades especializadas) desde el desarrollo del pensamiento crítico.

Un ejemplo es el uso de nanosílice en cosméticos. GreenFacts elaboró un resumen, pues el contrato que firmó con la DG Health and Food Safety autorizó su publicación. Puede consultarlo en europa.eu fuente ccsc (2015) Resumen & Detalles: GreenFacts.

Desarrollan aplicaciones experimentales

Observaciones al docente:

Para este experimento, hay que preparar las muestras 15 días antes, al menos. Se sugiere dejarlas al aire libre (en un patio), bajo un techo y lejos del contacto con personas o animales.

El profesor buscará artículos de nanopartículas de plata, silice y titanio para apoyar la discusión relativa a contaminantes.

Dada la dificultad de trabajar con el nivel nano de la materia, los alumnos desarrollan dos experiencias simples:

Observaciones al docente:

Se aconseja establecer un consenso previo sobre la evaluación de las actividades, y que se diseñe y aplique según escalas de heteroevaluación.

También deben abordar los aspectos éticos y sociales del tema.

Experimento 1:

Toman dos trozos de cinta adhesiva o cartón, previamente untados con vaselina, y dejan uno en contacto con el aire; para contrastar, ponen el otro trozo en un lugar resguardado (interior de la casa o el aula). Después de 15 días, comparan las muestras utilizando una lupa y/o microscopio.

Experimento 2:

Ponen un imán dentro de una bolsita de plástico y la atan con un hilo o cuerda para arrastrarla por el suelo o sobre espacios donde detectar contaminación. Luego la dejan sobre una cartulina blanca y deslizan el imán con movimientos suaves (las partículas se depositarán sobre la cartulina).

Se recomienda hacer esta experiencia en diferentes zonas y comparar la cantidad de partículas obtenidas.

- Antes de exponer los resultados, discuten sobre lo importante que es controlar las variables e identifican en cada caso cuáles eran dependientes e independientes del experimento.
- Presentan los resultados en un póster, tríptico y/o V de Gowin, y crean rúbricas de heteroevaluación del trabajo realizado.
- Para el experimento 1, cuando exponen y comunican los resultados, explican la importancia y el rol de los tamaños en la contaminación, usando como referente la superficie de contacto y su efecto en nanocontaminantes.
- En el experimento 2, analizan la metodología empleada en relación con las propiedades de ciertas partículas contaminantes y las asocian con los casos documentados de nanocontaminantes.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Explican el concepto de contaminante, describiendo propiedades y ciclo de vida, y estableciendo relaciones entre las partes de un sistema, mediante ejemplos aplicados a actividades domésticas e industriales.
- Discriminan la función de contaminante de especies nanoquímicas y poliméricas, modelando su acción sobre sistemas naturales, servicios ecosistémicos y actividades domésticas.

Recursos y sitios web



- Página del Comité Científico de Seguridad de los Consumidores, en la cual se abordan temas contingentes y dictámenes sobre uso de nanomateriales
www.curriculumnacional/link/https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/ccsc.htm
- Sitio web del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (encontrará información sobre contaminación local)
www.curriculumnacional/link/https://sinca.mma.gob.cl
- Guía informativa para docentes sobre contaminación:
www.curriculumnacional/link/http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf

Actividad 3. Los polímeros: ¿Cuál es su origen?

PROPÓSITO

Analizar el origen de polímeros naturales y sintéticos, abordando el contexto histórico para la síntesis de polímeros sintéticos y el dinamismo del conocimiento científico.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

OA c

Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

ACTITUDES

Perseverar en torno a metas con miras a la construcción de proyectos de vida y al aporte a la sociedad y al país con autodeterminación, autoconfianza y respeto por sí mismo y por los demás.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Características de los polímeros

A lo largo de la historia de la humanidad, se ha denominado a algunas épocas con el nombre de los materiales utilizados; entre ellas, la Edad de Piedra, la Edad de Bronce y la Edad del Hierro. Por ahora, no hay acuerdo sobre cómo identificar el siglo XX; algunas alternativas: edad del plástico, de los polímeros o de las macromoléculas.

Observaciones al docente:

Se sugiere que lleve imágenes de un trozo de carne, huevos, bolas de billar, teléfonos antiguos, neumático y pintura acrílica, para apoyar el trabajo en grupos.

A partir de esa introducción, los alumnos:

- Elaboran argumentos para escoger una de las tres opciones.
- Observan algunos objetos del aula o del hogar (mesas de trabajo y su cubierta, lápices de pasta, cuaderno) y las imágenes que les muestra el profesor y anotan sus características.
- Indagan en internet u otro medio sobre la naturaleza química de cada objeto o imagen observada.
- Analizan si las moléculas de cada objeto o imagen son naturales o sintéticas; además, las clasifican como plásticos, polímeros o macromoléculas, y fundamentan.

Luego leen el siguiente texto sobre extracción del caucho y responden las preguntas incluidas a continuación.

Orígenes de algunos polímeros

“Mi bisabuelo Benito era un aventurero que se fue del Tolima al Putumayo a trabajar como recolector de caucho. El caucho es un líquido que se extrae del árbol del mismo nombre; en lengua indígena significa ‘árbol que llora’. Los trabajadores hacían cortes en su corteza y colocaban recipientes para recolectar el látex. Cuando se comenzó a utilizar para fabricar llantas, se inició la gran explotación de esos árboles. Un señor y sus socios ingleses formaron una de las empresas más poderosas para extraerlo en el Putumayo. La mayoría de los recolectores eran indígenas que vivían en la región. Les entregaban hachas y otras herramientas y trabajaban en estas faenas. El caucho se llevaba a Manaus, pueblo brasileño ubicado en plena selva a orillas del río Amazonas. Allí lo embarcaban en grandes navíos hacia el extranjero. Manaus se convirtió así en un gran centro de comercio y de lujo. Se construyó la casa de la ópera, con arañas de cristal, murales pintados al óleo y columnas de mármol. Las damas ataviadas con plumas de garza, diamantes y brillantes asistían a escuchar las compañías de ópera europea, de brazo de señores vestidos con tela inglesa de lino. Nadie sospechaba que un inglés se había llevado semillas de caucho de contrabando; había engañado al jefe de aduanas, diciendo que eran especies para los jardines de la reina de Inglaterra. Estas semillas se plantaron en Asia y los sembradíos de Asia produjeron tanto que hicieron perder importancia al caucho amazónico...”

- ¿Por qué es importante el caucho en la historia de la humanidad?
- ¿Qué implicancias éticas y económicas tuvo la explotación del caucho en el Amazonas, tanto para las personas indígenas como para los ingleses?
- Indagan en sitios web qué aportes hicieron los científicos Thomas Hancock y Charles Goodyear en el trabajo con el caucho, y qué evidencias hay al respecto.
- Analizan la relación entre el proceso natural de la formación del caucho y su uso, y la vulcanización del caucho y su empleo.
- ¿Qué consecuencias ambientales tiene el cultivo de caucho en Asia?

Conexión interdisciplinar:
**Geografía, Territorio y
Desafíos Socioambientales**
OA 3

Observaciones al docente:

Es importante que los estudiantes identifiquen los orígenes naturales y sintéticos de los polímeros.

Un aspecto interesante es exponer el concepto de polímero a partir de las unidades monoméricas. Se sugiere analizar el plástico como un tipo de polímero, junto con otros tipos de polímeros sintéticos: las gomas, las fibras, los recubrimientos de superficies y adhesivos instantáneos. El profesor debe explicar que las sustancias naturales muchas veces se clasifican como polímeros, pero en realidad son macromoléculas (por ejemplo, las proteínas).

El análisis del texto de extracción del caucho permite reflexionar sobre el impacto natural y económico de esta actividad, la sobreexplotación e introducción de especies en diversos lugares del planeta, y sus consecuencias. Asimismo, el estudio sobre Hancock y Goodyear permite analizar cómo se trabaja en las ciencias, donde algunos investigadores hacen ciertos aportes y otros los mejoran.

Analizan los hechos que describe la infografía y responden las preguntas.

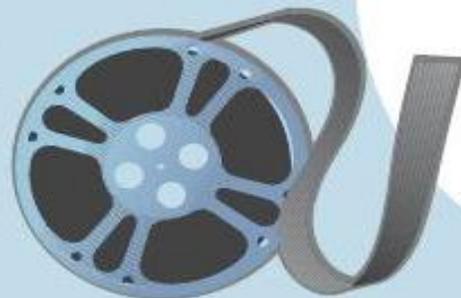
Infografía 1

HISTORIA Y USOS DEL PLÁSTICO

1860 El primer plástico surgió como resultado de un concurso realizado en 1860 en los Estados Unidos. Debido al agotamiento de las reservas de marfil, una materia con la que se fabricaban las bolas de billar, se buscaba un sustituto. El premio lo ganó John Wesley Hyatt, quien presentó un tipo de plástico al que llamó celuloide.

1890 El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcañor y etanol. Con este material se empezaron a fabricar distintos objetos, como mangos de cuchillo y película cinematográfica, lo que favoreció el inicio de la industria del cine a finales del siglo XIX. El celuloide puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el nombre de termoplástico.

1907 En este año, Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer plástico termoestable (que puede ser fundido y moldeado mientras está caliente, pero que no se ablanda por el calor y no se moldea de nuevo una vez que ha fraguado). La baquelita es aislante y resistente al agua, a los ácidos y al calor moderado. Por estas características su uso se extendió rápidamente a numerosos objetos domésticos y a componentes eléctricos.



Infografía: Carolina de los Arcos
Textos: Manuel Inusta / EL MUNDO

Observaciones al docente:

Con ejemplos como del concurso de “bolas de billar” y la síntesis de celuloide, los estudiantes relacionan el contexto histórico con el desarrollo científico; pueden aprovechar de debatir sobre los aportes de Parker en este hallazgo. Como precursor de la química sintética, Friedrich Wöhler aportó mucho a la historia de la síntesis de sustancias a partir de otras; eso ha permitido desarrollar todas las sustancias actualmente disponibles a partir de sustancias naturales. Los alumnos pueden valorar sus descubrimientos y también el aporte de Baekeland, quien sintetizó un polímero desde materias primas totalmente sintéticas.

- ¿Qué semejanzas y diferencias encuentran en los materiales sintetizados por Hyatt y Baekeland?
- ¿Cómo define el contexto histórico, en algunas ocasiones, las investigaciones y hallazgos científicos?

- ¿Qué relación existe entre los experimentos realizados por Wöhler alrededor de 1828 y la síntesis de estos compuestos?
- ¿De qué manera lo sintetizado por Alexander Parker en 1855 permitió a Wesley Hyatt sintetizar el celuloide?
- ¿Cuál es la importancia de Leo Baekeland en la historia de los polímeros?

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Describen cómo avanzó el conocimiento de la nanotecnología y la química de polímeros con el desarrollo histórico de la ciencia.
- Evalúan las consecuencias de tales saberes, considerando los patrones y las tendencias en el impacto ético, ambiental, social, entre otros.

Recursos y sitios web



- Artículo sobre la historia de los polímeros:
www.curriculumnacional/link/http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf
- Artículo que aclara conceptos sobre polímeros y macromoléculas:
www.curriculumnacional/link/http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/publicados/cristobal1.pdf
- Artículo que incluye aspectos históricos del análisis de estructuras de macromoléculas biológicas:
www.curriculumnacional/link/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000200009
- Tesis sobre unidades didácticas relativas a la historia y el reciclaje de plásticos:
www.curriculumnacional/link/http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/248/TO-18859.pdf?sequence=1&isAllowed=y ;
[www.curriculumnacional/link/http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf)
- Artículo sobre el mundo de los polímeros:
www.curriculumnacional/link/http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1076

Actividad 4. Plásticos: ¿Solución o problema?

PROPÓSITO

Investigar sobre el reciclaje de algunos plásticos y su impacto en el planeta.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 1

Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA c

Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA d

Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos

ACTITUDES

Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que ellas tienen sobre sí mismo y los otros.

Duración

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Leen el siguiente texto y desarrollan ideas a partir de las preguntas.

Reciclando el plástico

“Alberta tiene 17 años y vive en una ciudad muy particular y un poco complicada, de esas que uno no quiere ver ni en la que mucho menos se desea vivir: en ese lugar no conocen los polímeros. Imagine el teclado de su computador en madera o, peor aún, que la carcasa de su celular se fabrica en hierro”.

- ¿Qué tal si todavía los carros usaran ruedas en lugar de neumáticos de caucho? ¿Sabían que la suela del zapato, el cepillo de dientes, los lentes que mejoran su visión, la pantalla líquida de la televisión o el traje de baño que usan los campeones olímpicos de natación son elaborados a partir del mismo material? ¿Cuál es la base de ese material?
- ¿Qué importancia tienen los polímeros en la vida cotidiana?
- ¿Qué otro material podría reemplazar al plástico? Justifican su respuesta.

- Imaginan quedescubren la forma de sintetizar polímeros en aquel lugar y comienzan a producir plásticos para satisfacer las necesidades de sus habitantes. Describen el impacto de este cambio sobre la ciudad.
- Leen la siguiente frase: “En un principio se consideró la durabilidad de los plásticos como una de sus cualidades más preciadas. Este hecho no reflejó su verdadero costo, si se considera el impacto que tiene sobre el medioambiente”. Escriben un párrafo que interprete su sentido.
- Discuten sobre la forma de reciclar y el sistema de códigos que hay.
- Analizan la relación entre Gary Anderson, M.C. Escher, la banda de Moebius y la Container Corporation of American, y luego la presentan a sus pares.

Leen la siguiente infografía y responden las preguntas.

Infografía 2

TIPOS DE PLÁSTICOS, Y SU CLASIFICACIÓN

		PET o PETE Botellas de agua y bebidas, envases de alimentos
		HDPE Bolsas plásticas Bolsas de yogurt Productos de limpieza
		PVC o V Mangueras Cables eléctricos Tubos y cañerías
		LDPE Algunas botellas Bolsas muy diversas Bolsas de basura Manteles
		PP Envases de aderezos Algunos shampoo Tapas, envases snacks
		PS Vajillas desechables Bandejas de comida *No plumavit
		OTROS Comida de perros Envases doypack

- ¿Qué significa cada uno de los números y siglas presentes en cada tipo de plástico?
- ¿Cómo es el proceso de biodegradación del plástico? Deben considerar aspectos moleculares y estructurales en sus respuestas.
- Averiguan sobre los procesos de reciclaje de diferentes plásticos en fuentes apropiadas y describen los usos de tales productos con un ejemplo.

- Analizan si se puede reciclar plásticos termoestables y termoplásticos. Comparten los hallazgos con el curso.

Observaciones al docente:

Se sugiere destacar lo importante que es reciclar para disminuir los contaminantes de plástico, y que también valoren que exista un sistema de códigos para el reciclaje y la necesidad de usarlos.

Observan productos plásticos del hogar o del aula y averiguan sus códigos de reciclaje:

- Describen las características de cada producto.
- Organizan y sintetizan la información de esos plásticos en cuanto a su estructura química, sus orígenes, los efectos contaminantes en el ambiente y los usos después de ser reciclados. Pueden utilizar una tabla como la siguiente:

Tabla resumen de información

Nombre del artículo	Número del código de plástico	Nombre del polímero	Uso antes y después de ser reciclado	Orígenes del polímero	Efectos contaminantes

Comparan sus tablas y hallazgos en un plenario.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Explican el concepto de contaminante: describen sus propiedades y ciclo de vida, y establecen relaciones entre las partes de un sistema con ejemplos en actividades domésticas e industriales.
- Evalúan las consecuencias del desarrollo de la nanoquímica y la química de polímeros, considerando los patrones y tendencias en el impacto ético, ambiental y social, entre otros.

Recursos y sitios web

- Tesis sobre unidades didácticas relativas a la historia y el reciclaje de plásticos:
www.curriculumnacional/link/http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/248/TO18859.pdf?sequence=1&isAllowed=y
www.curriculumnacional/link/http://bdigital.unal.edu.co/54489/1/41934614.2015.pdf
- Artículo sobre el mundo de los polímeros:
www.curriculumnacional/link/http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1076

Actividad de Evaluación: Rescatando aguas con ayuda de los polímeros

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE EVALUACIÓN
<p>OA 1. Evaluar el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en nanoquímica y química de polímeros, considerando sus aplicaciones y consecuencias en ámbitos tales como ambiental, médico, agrícola e industrial.</p> <p>OA 5. Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.</p> <p>OA c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.</p> <p>OA d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemáticas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos</p>	<p>Evalúan las consecuencias del desarrollo de la nanoquímica y la química de polímeros, considerando los patrones y tendencias en el impacto ético, ambiental y social, entre otros.</p> <p>Explican el concepto de contaminante: describen sus propiedades y ciclo de vida, y establecen relaciones entre las partes de un sistema con ejemplos en actividades domésticas e industriales.</p> <p>Discriminan la función de contaminante de especies nanoquímicas y poliméricas, modelando su acción sobre sistemas naturales, servicios ecosistémicos y actividades domésticas.</p>
<p>DURACIÓN 6 horas pedagógicas</p>	

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Aplicando la nanoquímica y química de polímeros

Los alumnos leen un extracto de la información publicada en octubre de 2017 en la revista Lancet y después desarrollan las preguntas propuestas:

"Consideramos que las enfermedades causadas por la contaminación han sido responsables de nueve millones de muertes prematuras en 2015. Eso equivale al 16 % del total de muertes en el mundo, según el informe que elaboró, tras dos años de trabajo, una comisión entre la revista médica británica, varios organismos internacionales, ONG y unos 40 investigadores especializados en temas de salud y medioambiente". A raíz de este informe, se ha planteado que una de las preocupaciones es purificar el aire, las aguas y los suelos del planeta.

A continuación, se presenta dos tablas con datos sobre los procesos de purificación de aguas.

Tabla 1: Purificación de agua de acuerdo a diversos métodos.

Método	Características	Eficiencia de remoción	Consecuencias
Electrodialisis	Es capaz de seleccionar componentes iónicos, a través de membranas permeables selectivas (hasta partículas de tamaño 0,0001 μm), utiliza un campo eléctrico constante.	40-90 %	Genera lodos
Osmosis inversa	Selecciona por radio de partículas de hasta 0,0001 mm.	25-90 %	Genera gran cantidad de lodos
Nanofiltración	Poros muy pequeños, retienen partículas de tamaño menor a 1 nm.	80-95 %	No se ha estudiado
Intercambio iónico	Se genera partículas con carga opuesta a los contaminantes, en forma selectiva por interacciones electrostáticas.	60-90 %	Poco volumen de lodos

- ¿Por qué se denomina “nanofiltración” a una de las técnicas?
- Indique las ventajas y desventajas de aplicar la nanofiltración, en comparación con las otras técnicas.

En el último tiempo se ha creado diversas técnicas para purificar las aguas contaminadas a partir de la generación de nanofibras, como lo evidencia el siguiente artículo:

Un equipo de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desarrolló membranas capaces de retener hasta en 98 % metales pesados presentes en el agua; estas nanofibras podrían ser una alternativa para garantizar agua purificada en escuelas, centros laborales, espacios públicos y hogares en zonas marginales.

En México, solo el 57 por ciento de las aguas residuales urbanas se somete a tratamiento, mientras que las no tratadas se vierten “crudas” en los cuerpos de agua o se reutilizan para riego, según la “Agenda Ambiental 2018, Diagnóstico y Propuestas” presentada por la UNAM.

Y aunque la decantación de sedimentos (reposo del agua) y la cloración en tanques de almacenamiento son los métodos más frecuentes para sanear el líquido, no contemplan la eliminación de metales pesados (arsénico, mercurio, plomo, cromo o cadmio) u otros compuestos nocivos.

Ante esta situación, el Grupo de Ciencia de Materiales del ICF (Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM) desarrolla un proyecto de investigación –liderado por Lorenzo Martínez y coordinado por Iván Camps– en el que decidieron crear unas membranas electrohiladas que contienen nanopartículas activas de hierro (Fe) y níquel (Ni).

Camps explicó el proceso de creación: “Como si fueran hilos finos que se jalan de un carrete, los nanohilos son arrastrados desde la aguja de una jeringa que contiene la

suspensión polimérica, hacia una placa colectora en donde se acumula y finalmente se forma la membrana electrohilada compuesta de nanofibras”.

La formación de estos nanohilos es inducida por un campo eléctrico con un potencial de alto voltaje: 30 mil voltios (para poner en perspectiva, los electrodomésticos requieren de 120 V). Al cabo de un par de horas, formará una membrana de 10 centímetros cúbicos.

Para que la membrana retenga los metales pesados, los investigadores sintetizaron nanopartículas cerivalentes de hierro y níquel (característica que las hace extremadamente activas con otros metales) que se agregan a la solución polimérica antes del electrohilado.

Los científicos hicieron pruebas de laboratorio y observaron que, suspendida en la superficie o sumergida en el agua contaminada, la nanofibra retiene altos niveles de cromo (100 partes por millón) en un primer ciclo. “En el laboratorio podemos controlar y cuantificar correctamente el contenido del contaminante, y determinar con exactitud cuánto metal eliminamos”.

Iván Camps subrayó que esta nanotecnología, creada en el ICF, es una alternativa para la sanidad del agua en escuelas, centros de trabajo, espacios públicos y hogares: “Cumple con todos los lineamientos de la química sostenible o 'química verde', que establece que la metodología para fabricar nanopartículas y nanofibras no genere subproductos difíciles de desechar o que puedan ser nocivos para el medioambiente”.

En la fase final del proyecto, los expertos pretenden lograr un método simple que permita lavar y reusar las nanofibras, para maximizar su funcionalidad a mediano y largo plazo.

A partir de la información que leyeron, los jóvenes:

- Responden de qué manera la nanotecnología y la química de polímeros está presente en el desarrollo de esta tecnología.
- Construyen un esquema que describa el origen de los contaminantes involucrados en el proceso señalado. Consideran contaminantes primarios y secundarios. Además, incluyen las vías de exposición de estos contaminantes para los seres vivos.
- Reflexionan sobre cómo el aplicar estas tecnologías mejorará las condiciones de sanidad ambiental.
- ¿Qué implicancias éticas y sociales presenta esta solución científico-tecnológica?
- ¿Qué significado tendrá la afirmación “cumple con todos los lineamientos de la química sostenible o 'química verde', que establece que la metodología para fabricar nanopartículas y nanofibras no genere subproductos difíciles de desechar o que puedan ser nocivos para el medioambiente”?

Comunicando argumentos sobre nanoquímica y química de polímeros

Los alumnos escriben una columna de opinión según las evidencias incluidas en el texto que leyeron recién sobre nanoquímica y química de polímeros en nanofibras; también pueden investigar respecto de las nanofibras. El artículo debe responder las preguntas que siguen.

Observaciones al docente:

Se sugiere recomendarles lo siguiente para su columna de opinión:

- Que su extensión sea breve (alrededor de 800 palabras).
- Que represente la opinión del autor.
- Que tenga un título atractivo y original.
- Que promueva la reflexión del lector.
- Debe contener:
 - Un fragmento introductorio de carácter explicativo-expositivo para que el lector sepa de qué trata.
 - La tesis y la argumentación, que es la parte más fuerte del texto, pues ahí el autor manifiesta su opinión y argumenta por qué sostiene su punto de vista.
 - Un cierre o una conclusión.

Fuente: www.curriculumnacional/link/https://www.caracteristicas.co/articulo-de-opinion/#ixzz5pufUbww5

- a) ¿Cómo han contribuido las nanofibras a mejorar los servicios ecosistémicos?
- b) ¿Cuál ha sido el desarrollo de este tipo de tejidos a lo largo de la historia hasta llegar a las nanofibras?
- c) ¿Cuáles son los efectos de aplicaciones tecnológicas en nanoquímica y química de polímeros en el ambiente y la sociedad?
- d) Deben incluir el origen de posibles contaminantes involucrados en procesos donde se aplique la nanotecnología y la química de polímeros, y considerar contaminantes primarios y secundarios. Además, tienen que señalar cómo se exponen los seres vivos a esos contaminantes.

Unidad 3

Unidad 3 - Reacciones químicas: espontaneidad y cinética

Propósito de la unidad

Estimar cómo intervienen las variables termodinámicas y cinéticas en un sistema en estudio a partir del control, Los alumnos deben ofrecer criterios evaluativos y predictivos para controlar los efectos y sus interacciones con el entorno. Se espera que entiendan que el análisis termodinámico y cinético de una reacción establece un perfil energético de intervención sobre un sistema en estudio. Pueden guiarse por preguntas como las siguientes: ¿Cuál es la relación entre espontaneidad y la inmediatez de una reacción química? ¿Cómo permiten las propiedades cinéticas y termodinámicas de un contaminante, predecir su persistencia y degradación?

Objetivos de Aprendizaje

OA 3

Argumentar y comunicar, con base en evidencia científica, cómo la termodinámica y la cinética de reacciones químicas contribuyen a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y sus respuestas a cambios ejercidos sobre estos.

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA b

Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA h

Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

Actividad 1. La contaminación con lentes termodinámicos

PROPÓSITO

Comprobar los principios termodinámicos implicados en la primera ley en contexto de aplicación conocido, mediante el uso de datos y resultados.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 3

Argumentar y comunicar, con base en evidencia científica, cómo la termodinámica y la cinética de reacciones químicas contribuyen a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y sus respuestas a cambios ejercidos sobre estos.

OA b

Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

ACTITUDES

Pensar con consciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Observaciones al docente:

Es importante reforzar los aprendizajes logrados en 1° medio y 8° básico relativos a enlace químico, balance de ecuaciones químicas y tipos de reacciones químicas, en especial la combustión. Asimismo, conviene recordar lo trabajado en 7° básico sobre las leyes de los gases ideales.

Los alumnos leen el texto ubicado después de las preguntas y analizan la información:

- ¿Cuál es el significado de la frase “se presenta como gas en condiciones de temperatura y presión normales”? Se refieren a diagramas de fase y estado termodinámico de un sistema en estudio.
- Explican por qué se afirma que el proceso no es favorable termodinámica al comienzo y se requiere una llama o chispa para que ocurra la reacción de combustión del metano.
- Completan la tabla siguiente para representar la combustión del metano. Extraen el valor de la entalpía de tablas termodinámicas:

Tabla 1: Reacción de combustión de metano

	CH ₄ (g)	O ₂ (g)	→	CO ₂ (g)	H ₂ O (g)
Coefficiente estequiométrico					
Fórmula estructural					
Modelo CPK					
Polaridad de enlace					
ΔH _f ^o (kJ/mol) (extraen de tablas)					

Aprendiendo más del metano

El metano, conocido por su fórmula CH₄, es un gas inodoro, incoloro y poco soluble en agua, cuyo uso es masivo y cotidiano; se presenta en forma de gas, a una temperatura y presión normales.

Conocido también como “gas natural”, abunda en los depósitos subterráneos y bajo el lecho marino. Surge como producto final en las plantas tras la putrefacción anaeróbica; ese mismo proceso se usa para producir biogás. También se encuentra en las minas de carbón; ahí se lo llama “gas grisú” y es bastante peligroso, porque se inflama con facilidad y, por lo tanto, es explosivo.

El metano es una de las principales fuentes de energía térmica actuales. Ni olfato ni vista lo captan, por lo que se le suele agregar otros compuestos orgánicos azufrados –de un olor bastante intenso– antes de que enviarlo a los consumidores, de manera que se pueda detectar un posible escape.

La reacción de combustión del metano ha sido un reto para los químicos, pues ese gas es cinéticamente estable a la oxidación, igual que otros miles de compuestos derivados del carbono y el hidrógeno. Sin embargo, desde el punto de vista de la termodinámica, esa reacción no es favorable por sí misma, pues hay que aplicar una llama o chispa para que ocurra, lo que contrasta bastante con otros compuestos.

Otro punto importante es que el metano es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global.

Tabla 1: Reacción de combustión de metano

	CH ₄ (g)	O ₂ (g)	→	CO ₂ (g)	H ₂ O (g)
Coefficiente estequiométrico					
Fórmula estructural					
Modelo CPK					
Polaridad de enlace					
ΔH_f° (kJ/mol) (extraen de tablas)					

Observaciones al docente:

Se sugiere explicar qué es la entalpía de formación y los tres métodos para calcular la entalpía de reacción (a partir de entalpías de formación, de energías de enlace y de la ley de Hess).

Los alumnos estiman los valores y las correlaciones termodinámicas del sistema en estudio:

- Interpretan la tabla anterior y responden: ¿hay alguna relación entre la estructura y el ΔH_f° (kJ/mol) en cada especie química participante? ¿Se podría establecer una correlación entre estructura-polaridad y, a su vez, polaridad-energía?
- Usando los siguientes datos, calculan el valor de la entalpía de la reacción a partir de las energías de enlace.

Tabla 2: Energía de Enlace en kJ/mol

Enlace	Energía de enlace EE (kJ/mol)
C-H	413
O=O	494
C=O	801
H-O	482

- Estiman valores termodinámicos con un método matemático por etapas, discuten al respecto y extraen conclusiones.

- Otra forma de calcular la entalpía de combustión del gas metano es a partir de los valores de entalpía de combustión correspondientes a las reacciones sucesivas siguientes. Usan los siguientes datos y calculan el ΔH_{rx} :

Tabla 3: Reacciones sucesivas para cálculo por Ley de Hess

$C_{(grafito)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H_{rx} = -393,5 \text{ kJ/mol}$
$H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$	$\Delta H_{rx} = -285,9 \text{ kJ/mol}$
$C_{(grafito)} + H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$	$\Delta H_{rx} = -74,8 \text{ kJ/mol}$

Considerando el ejercicio anterior, el curso argumenta sobre las preguntas y los desafíos siguientes y después comparten sus conclusiones:

- Analizan cada una de las ecuaciones químicas y corroboran si la estequiometría presentada corresponde a los valores de entalpía informados. Corrigen lo que corresponde.
- Construyen la ecuación de combustión de 1 mol de metano.
- Calculan la entalpía de combustión a partir de las entalpías de formación de cada sustancia. Comparan el valor arrojado con los que obtuvieron con los dos métodos anteriores.
- ¿Cómo se aplica la primera ley de la termodinámica para determinar la entalpía de combustión en los diferentes métodos trabajados?
- ¿Cuál es el fundamento termoquímico de la aplicación de la Ley de Hess y la Ley de Lavoisier-laplace en este caso?
- ¿Cómo se relaciona el estado físico con la energía de cada especie química?
- Comparan funciones de estado con funciones de proceso y analizan las diferencias.
- ¿Cómo se relaciona el calor con el concepto de entalpía en el sistema químico trabajado en el ejercicio anterior?
- ¿Qué propiedades termodinámicas tiene el metano que lo caracterizan como gas de efecto invernadero?
- ¿Qué influencia tiene la cantidad de sustancia en los valores de entalpía de una especie o sistema químico?

Observaciones al docente:

Para que los alumnos analicen las preguntas respecto de este tema, es fundamental:

- Reforzar el rol de los signos como una convención de lenguaje en el campo de la termoquímica, pues son esenciales para expresar el comportamiento de las variables termoquímicas de un sistema e interpretarlo.
- Enfatizar el rol de la estequiometría, dado que la mayor fuente de error en las estimaciones termoquímicas es la no igualación de reactivos y reactantes, además de las convenciones de signos.
- Recordar que la polaridad se puede considerar a nivel de enlace o molecular.
- Explicar que la relación entre polaridad se puede efectuar con las energías de enlace o de una reacción química.

Emisiones de metano

Siguiendo con el análisis del metano, ¿qué otros efectos tiene su uso?

Los estudiantes leen el artículo siguiente, publicado en 2016 por la revista Forbes:

“Gas metano contamina 84 veces más que el dióxido de carbono”

México, Canadá y Estados Unidos forman parte de los cinco países con mayores emisiones de metano, 84 veces más potente que el dióxido de carbono.

Imagen 1: Planta de emisiones de metano



Fuente: Forbes, México (2016). Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.forbes.com.mx/gas-metano-contamina-84-veces-mas-que-el-dioxido-de-carbono/](https://www.forbes.com.mx/gas-metano-contamina-84-veces-mas-que-el-dioxido-de-carbono/)

Aunque el gas natural se ha visto como una de las alternativas más amigables para el medioambiente en el proceso de transición energética, su fuga a la atmósfera es más dañina incluso que el dióxido de carbono (CO_2). Esto obedece a que el gas metano, que compone 95% de este energético, es un contaminante 84 veces más potente que el CO_2 ; por ende, contribuye mucho más al calentamiento global.

El metano, potente gas de efecto invernadero, es responsable del 25 % del calentamiento global actual, ya que las industrias petroleras y de gas representan la mayor fuente industrial de metano; así lo indica un estudio que hicieron el Centro Mario Molina, el Fondo de Defensa del Medio Ambiente y el Instituto Pembina sobre el impacto de ese gas en nuestro país, Canadá y Estados Unidos.

El análisis se refiere a “emisiones fugitivas de metano sin quemar, que se van básicamente cuando se hace mantenimiento a las tuberías, en fugas de tanques o cuando los quemadores (en la industria petrolera) no consumen completamente el gas y se fugan directamente a la atmósfera. El problema de las fugas de metano es que se trata de un gas de efecto invernadero mucho más poderoso”, explicó Francisco Barnés, director ejecutivo del Centro Mario Molina al presentar el documento.

Según el estudio, México, Canadá y Estados Unidos son tres de los cinco países con mayores emisiones de metano; en conjunto, representan casi 20 % de la contaminación global de metano proveniente de la industria petrolera y de gas.

En 2012 se escaparon cerca de 98 000 millones de metros cúbicos de metano de la cadena de suministro del petróleo y gas. Esta cantidad equivale a cerca de 3 % de la producción mundial de gas natural y su impacto climático a corto plazo es similar al que genera cerca de 40 % de la combustión global anual de carbón.

Para contrarrestar los efectos, Canadá y Estados Unidos están trabajando para reducir las emisiones de metano hasta 45% con regulaciones. Según los investigadores, “si México establece una meta similar respaldada por regulaciones, el efecto de toda Norteamérica en 20 años sería como remover 85 millones de automóviles de las calles (más del doble del total actual de automóviles en México). Reducir 45 % en las emisiones de gas metano de la industria del gas y el petróleo tiene el mismo impacto en el clima que cerrar una tercera parte de las plantas de carbón del mundo durante 20 años”.

El documento advierte que, si no se toma medidas, las emisiones globales de metano de la industria de petróleo y gas podrían aumentar casi 20 % para el año 2030, comparado con un aumento proyectado de 10 % de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con el uso de energía.

Observaciones al docente:

Se sugiere abordar el manejo y la descripción de las propiedades intensivas y extensivas de un sistema, con énfasis en la relación materia-energía (suelen ejemplificarse mediante reacciones con datos termodinámicos conocidos) para que los alumnos argumenten tras analizar los resultados.

A partir del texto, analizan juntos los siguientes tópicos y después diseñan un afiche y lo exponen ante sus pares:

- ¿Qué características de contaminante tiene el metano y cuál es su real peligro actual? (mencionan vías de exposición y fuentes).
- ¿Cuál o cuáles son las razones por las que el efecto contaminante del metano parece peor que el provocado por el dióxido de carbono?
- ¿Qué rol productivo tiene Chile con respecto al metano? Hacen una investigación bibliográfica sobre empresas y sistemas de producción de la localidad o el país.
- ¿Qué factores termoquímicos pueden intervenir o controlarse en el sistema de producción de metano para mitigar efectos contaminantes?
- ¿Cuáles son los mecanismos en sistemas naturales de producción de metano? ¿De qué modo se emplean como servicios ecosistémicos?

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Diseñan perfiles energéticos de reacciones, químicas empleando factores termodinámicos y cinéticos para diversos contextos.
- Aplican modelos matemáticos al impacto termodinámico y cinético de reacciones químicas en estudio.
- Evalúan implicancias éticas, ambientales y sociales de la producción y el uso de contaminantes.
- Diseñan investigaciones sobre aspectos termodinámicos y cinéticos de fenómenos naturales o artificiales.

Recursos y sitios web

- Página correspondiente al artículo de interés respecto del metano en Chile: www.curriculumnacional/link/http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=483868
- Página de interés descriptivo sobre el metano: www.curriculumnacional/link/https://www.greenfacts.org/es/glosario/mno/metano.htm
- Portal de la Fundación Vida Sostenible sobre impacto del metano: www.curriculumnacional/link/http://www.vidasostenible.org/informes/metano-vacas-y-cambio-climatico/
- Tutorial de termoquímica inicial de la Academia Osorio, España: www.curriculumnacional/link/https://unaquimicaparatodos.com/wp-content/uploads/2017/01/6.-TERMOQUÍMICA.-LIBRO-PRINCIPAL.pdf
- Página interactiva sobre termoquímica inicial y primera ley de la termodinámica: www.curriculumnacional/link/https://es.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics/laws-of-thermodynamics/v/first-law-of-thermodynamics-internal-energy
- Página de FisicaLab sobre introducción a la termodinámica: www.curriculumnacional/link/https://www.fisicalab.com/apartado/primer-principio-termo#contenidos

Actividad 2. Moviendo motores

PROPÓSITO

Diseñar propuestas de estudio y aplicación de la segunda y tercera ley de la termodinámica mediante casos contextualizados.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 3

Argumentar y comunicar, con base en evidencia científica, cómo la termodinámica y la cinética de reacciones químicas contribuyen a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y sus respuestas a cambios ejercidos sobre estos.

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA h

Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

ACTITUDES

Pensar con reflexión propia y autonomía para gestionar el propio aprendizaje, identificando capacidades, fortalezas y aspectos por mejorar.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Leen el siguiente texto y lo analizan, ayudados por las preguntas del docente.

Ciclos de Otto y Diésel: revisión desde la perspectiva termodinámica

Según la termodinámica, los motores de combustión interna con máquinas térmicas que generan energía mecánica. Tanto el ciclo Otto como el Diésel se encuentran dentro de este conjunto; sin embargo, vamos a diferenciar entre motores de encendido provocado (MEP) y motores de encendido por compresión (MEC).

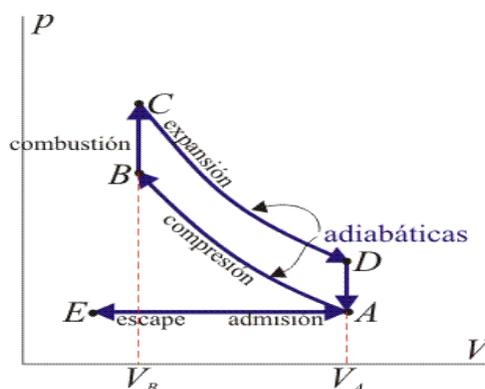
A los motores en los que la compresión ocurre mediante la mezcla aire-combustible, se los llama motores de encendido provocado, siguen el ciclo Otto y se encienden de manera artificial (generalmente con una chispa).

En cambio, los denominados motores de encendido por compresión son aquellos en que la compresión se realiza solo con aire y siguen el ciclo Diésel. En estos casos, el aire pasa directamente a los cilindros, donde se comprime hasta temperaturas muy elevadas. Posteriormente se inyecta el combustible, que se inflama espontáneamente cuando supera su temperatura de auto-inflamación.

Si el motor dispone de bujía para producir la chispa, es de encendido provocado (Otto - motor de gasolina); si la combustión se realiza mediante inyección del combustible, tenemos un motor de encendido por compresión (Diésel - motor Diésel).

En un ciclo Otto, se toma calor del proceso de combustión (a volumen constante) y se cede calor a la atmósfera. Las transformaciones del ciclo son:

Gráfica 1: Ciclo de Otto

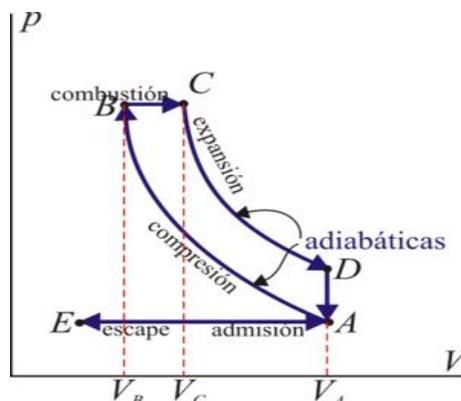


Los alumnos aplican variables matemáticas a fenómenos químicos y energéticos:

- Analizan cómo varían las propiedades termodinámicas (T, V, P) en cada estado.
- A partir de los puntos termodinámicos A, B, C, D y E, caracterizan cada tipo de proceso del ciclo y describen sus implicancias.
- Argumentan sobre los flujos de calor y trabajo en cada proceso del ciclo.
- Explican lo que ocurre con el combustible en cada proceso.

El rendimiento depende del grado de compresión: cuanto mayor sea, mayor será el rendimiento. En el ciclo Diésel, la combustión ocurre teóricamente a presión constante y al superar el grado de auto-inflamación del combustible. Las transformaciones del ciclo son:

Gráfica 2: Ciclo de Diésel



Aplican variables matemáticas a fenómenos químicos y energéticos:

- Analizan cómo varían las propiedades termodinámicas (T, V, P) en cada estado.
- Analizando los puntos termodinámicos A, B, C, D y E, y caracterizan cada tipo de proceso del ciclo.
- Argumentan sobre los flujos de calor y trabajo en cada proceso del ciclo.
- Explican lo que ocurre con el combustible en cada proceso.

Continúan la lectura:

El rendimiento del ciclo Diésel dependerá de ρ (grado de combustión a presión constante) y ϵ (relación de compresión volumétrica).

Algunos cálculos realizados por la Universidad de Sevilla demuestran que la eficiencia máxima de un motor teórico perfecto de gasolina con relación de compresión 8:1 es de un 56,5 %.

Para el ciclo Diésel, que permite relaciones de compresión mayores, su rendimiento perfecto para una relación de compresión de 18:1 sería de un 63,2 %.

Estos estudios se desarrollaron para motores teóricamente perfectos, peor en realidad no se fabrica motores que se acerquen a esos valores de rendimiento (debido a rozamientos, pérdidas por bombeo, etc.).

Observaciones al docente:

Se sugiere recordar cómo se construye una reacción de combustión y el método de cálculo de entalpía de reacción a partir de entalpías de formación, además de lo abordado al comienzo de esta unidad y los tipos de reacciones químicas trabajadas en 1° medio.

Aplican la información proporcionada y los gráficos asociados, guiados por preguntas sobre factores termodinámicos:

- Indagan en fuentes del área los datos: ΔH y ΔS a temperatura 298 K y 1 atm para gasolina y diésel. Asumen que la gasolina es octano y el diésel es dodecano.
- A partir de esos datos, calculan ΔG para los dos combustibles, comparan dichos valores y argumentan el valor obtenido en términos de la espontaneidad de la formación de ambos (usan aspectos como estructura de las moléculas, masa molecular, entalpía, entropía, entre otros).
- Escriben las reacciones químicas de combustión de ambos combustibles (asumen que la gasolina es octano y el diésel es dodecano). Calculan $\Delta H_{\text{combustión}}$, $\Delta S_{\text{combustión}}$ y $\Delta G_{\text{combustión}}$ utilizando tablas termodinámicas. Comparan la eficiencia energética en términos de calor, entropía y espontaneidad, y la emisión de GEI (gases de efecto invernadero).
- Con los datos obtenidos debaten: ¿qué relación se puede establecer en cuanto al rendimiento según el teorema de Carnot para los ciclos de Otto y Diésel?
- Con respecto a la conversión energía química en energía mecánica para ambos casos, ¿qué ocurre en la relación rendimiento y emisiones al medio? ¿Cuál es el impacto medioambiental en ambos casos? Según los gráficos, ¿qué variables termodinámicas se debería modificar para aumentar el rendimiento teóricamente?

Conexión interdisciplinar:
Módulo "Ambiente y Sostenibilidad"
Ciencias para la Ciudadanía
 OA 2

Observaciones al docente:

Es importante la relación entre transformación de energía y el impacto en los ecosistemas de la biósfera. Para eso, es vital que apliquen el concepto de "desarrollo sostenible" a partir de los datos termodinámicos estudiados. Se sugiere que usen tablas de diferentes especies químicas para estas relaciones y para que deduzcan nuevas relaciones, como el impacto del desarrollo de nuevas energías; por ejemplo: la reciente incorporación de buses eléctricos para el transporte público o la nueva red comercial de carga en estaciones de servicio en Chile.

Siguiendo con el análisis de los combustibles, escriben un artículo científico (*paper*) con sus argumentos.

Observaciones al docente:

En la comunicación científica, es relevante seguir pasos ordenados que permitan que los datos sean coherentes entre sí, entregar resultados y contrastar hipótesis. Para esto, se aconseja socializar una rúbrica de trabajo para evaluar los *paper* de los estudiantes. Se aconseja monitorear las hipótesis y variables de estudio para evitar problemas con variables múltiples que no puedan explicar; así se refuerza lo importante que son la argumentación científica, el lenguaje y la discusión crítica de los temas.

En su artículo informarán sobre la relación "uso de combustibles (tipo) y el impacto ambiental", basados en las siguientes publicaciones:

Fuente 1: Incremento de la generación de entropía durante la combustión de metano con aire contaminado
www.curriculumnacional/link/http://somim.org.mx/memorias/memorias2009/pdfs/A5/A5_199.pdf

Fuente 2: La entropía en estudios de impacto ambiental
www.curriculumnacional/link/http://karin.fg.uh.cu/acc/2014/CNE/135%202014/Articulos%20Enteros/2010_CEMPA_Entropia.pdf

Analizan el producto diseñado:

Trabajarán de forma colaborativa respecto del impacto medioambiental y su mitigación, o sobre el impacto en un sistema local del uso de combustibles; en ambos casos, el *paper* tendrá inicio, desarrollo, un final que sustente una hipótesis explicativa y un análisis socio-ambiental del tema abordado. Compartirán los artículos entre los pares y los publicarán en medios de difusión locales o en la comunidad escolar, a fin de discutir sobre el uso de los recursos energéticos en el país y en el mundo. Evaluarán la validez de la información que incluyeron, identificando las evidencias científicas y las interpretaciones que se hace en el documento.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Aplican modelos matemáticos en el impacto termodinámico y cinético de reacciones químicas en estudio.
- Describen contaminantes e ilustran sus propiedades, origen, vías de exposición y efectos, en contextos de estudios cinéticos y termodinámicos.
- Distinguen evidencias científicas e interpretaciones en investigaciones científicas validadas por la comunidad científica.

Recursos y sitios web



- Página correspondiente al artículo de trabajo en la actividad:
www.curriculumnacional/link/http://somim.org.mx/memorias/memorias2009/pdfs/A5/A5_199.pdf
- Página con el artículo a trabajar en la actividad:
www.curriculumnacional/link/http://karin.fq.uh.cu/acc/2014/CNE/135%202014/Articulos%20Enteros/2010_CEMPA_Entropia.pdf
- Página de análisis del metano:
www.curriculumnacional/link/http://karin.fq.uh.cu/acc/2014/CNE/135%202014/Articulos%20Enteros/2010_CEMPA_Entropia.pdf
- Sitio oficial de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC):
www.curriculumnacional/link/http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3429539&_dad=portal&_schema=PORTAL

Actividad 3. Convertidores catalíticos

PROPÓSITO

Analizar los factores que influyen en la velocidad de una reacción química y su relación con la disminución de contaminantes.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

ACTITUDES

Pensar con apertura hacia otros para valorar la comunicación como una forma de relacionarse con diversas personas y culturas, compartiendo ideas que favorezcan el desarrollo de la vida en sociedad.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Leen el siguiente texto y reflexionan en torno a las preguntas que se detalla a continuación:

Profundizando ideas: convertidores catalíticos

Hay diferentes tipos de convertidores catalíticos, pero los vehículos modernos están equipados con convertidores catalíticos de tres vías, según las tres clases de gases contaminantes que debe reducir (CO, HC y NO_x). El convertidor utiliza dos tipos de catalizadores, uno de reducción y otro de oxidación. Ambos consisten en una estructura cerámica cubierta con metal, normalmente platino, rodio y paladio. La idea principal fue crear una estructura que exponga al máximo la superficie del catalizador contra el flujo de gases de escape, minimizando también la cantidad de catalizador requerido, ya que es muy caro.

La primera etapa es el catalizador de reducción, el cual utiliza elementos químicos como el platino y rodio para disminuir las emisiones de NO_x (óxidos de nitrógeno). Funciona así: cuando una molécula de monóxido o dióxido de nitrógeno entra en contacto con el catalizador, este atrapa el átomo de nitrógeno, liberando el átomo de oxígeno y luego, el átomo de nitrógeno se une con otro átomo de nitrógeno y se libera; es decir, este catalizador descompone los óxidos de nitrógeno en oxígeno y nitrógeno (son los

componentes del aire y, por lo tanto, no contaminan). A más cantidad de NO_x, mayor es la velocidad de la transformación, ya que se encuentra mayor cantidad de moléculas.

La segunda etapa es la del catalizador de oxidación), este catalizador utiliza elementos químicos como el platino y paladio. Ellos toman los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO) que salen por el múltiple de escape del motor y el catalizador los hace reaccionar con el oxígeno, que también viene del motor, generando dióxido de carbono (CO₂). Para que estas reacciones de disociación se produzcan, el catalizador debe estar a una temperatura de 500°C, ya que a temperatura ambiente la reacción química es muy lenta.

Existe una tercera etapa encargada del control de emisiones; esta cuenta con un sensor de oxígeno (que está ubicado antes del convertidor catalítico) que monitorea los gases de escape provenientes del motor y usa esa información para controlar el sistema de inyección de combustible del motor.

Extraído y modificado de www.curriculumnacional/link/https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/

Luego de analizar el texto, los alumnos argumentan sobre el tema:

- Según el texto, ¿cuál es la función de cada etapa del proceso?
- ¿Qué significa la palabra “catalítico” en este artefacto del automóvil?
- ¿Cuál es el sentido de la siguiente frase: “La idea principal fue crear una estructura que exponga al máximo la superficie del catalizador contra el flujo de gases de escape”?
- Explican la siguiente frase: “Para que estas reacciones de disociación se produzcan, el catalizador debe estar a una temperatura de 500°C, ya que a temperatura ambiente la reacción química es muy lenta”.
- Discuten entre pares la siguiente frase: “A más cantidad de NO_x, mayor es la velocidad de la transformación, ya que se encuentra mayor cantidad de moléculas”. Elaboran una explicación en conjunto.
- Explican los conceptos de oxidación y reducción en las dos secciones del convertidor catalítico, incluyendo los cambios de estado de oxidación de las especies químicas.
- Resumen los cuatro factores que modifican la velocidad de reacción y sus efectos en una reacción química.

Observaciones al docente:

En esta actividad, es necesario recordar los aprendizajes logrados en 1° medio sobre las reacciones químicas y la velocidad de reacción.

Es importante complementar los conceptos de esta actividad con los trabajados en la unidad 1 respecto de las reacciones redox. Es una oportunidad para monitorear si lograron estos aprendizajes para aplicarlos al contexto de convertidores catalíticos.

En el resumen de los cuatro factores que modifican la velocidad de reacción (superficie de contacto, temperatura, concentración de reactantes y catalizadores), tienen que incluir el sentido de variación de cada uno.

A continuación, realizan los siguientes experimentos:

Experimento 1: Agregan 100 mL de agua a dos vasos de precipitado a temperatura ambiente. Muelen la mitad de una tableta efervescente sobre un papel y conservan entera la otra mitad. En uno de los vasos ponen la tableta molida y en el otro, la tableta entera. Registran el tiempo que tarda en reaccionar totalmente la tableta en cada uno de los vasos y ordenan los datos en una tabla. Consiguen los resultados de otros grupos para establecer un promedio.

- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cuantitativas, analizan a qué las atribuyen.
- ¿Cómo influye el estado de las tabletas en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cómo se interpreta el valor promedio de los datos de todos los grupos del curso?

Experimento 2: Vierten 100 ml de agua en dos vasos de precipitado: uno con agua a temperatura ambiente y el otro con agua caliente. Parten por la mitad la tableta efervescente y agregan cada mitad simultáneamente a ambos vasos. Registran el tiempo que tarda en reaccionar totalmente la tableta en cada vaso y ordenan los datos en una tabla. Consiguen los resultados de otros grupos y sacan un promedio.

- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cuantitativas, ¿a qué las atribuyen?
- ¿Cómo influye el estado de las tabletas en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cómo se interpreta el promedio de los datos de todos los grupos del curso?

Experimento 3: Enumeran tres vasos de precipitados y les vierten 5, 10 y 15 mL de agua destilada, respectivamente. Añaden a cada vaso 20, 15 y 10 mL de vinagre, respectivamente. Agitan homogéneamente cada vaso. Toman tres pastillas efervescentes. Agregan sobre el vaso 1 una pastilla efervescente y registran el tiempo hasta que termina la reacción; repiten este procedimiento con los vasos 2 y 3, respectivamente. Registran el tiempo que tarda en reaccionar totalmente la tableta en cada vaso y ordenan los datos en una tabla. Consiguen los resultados de otros grupos y obtienen un promedio.

- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cuantitativas, ¿a qué las atribuyen?
- ¿Cómo influye el estado de las tabletas, la cantidad de vinagre y el agua en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cuál es la importancia del agua en los experimentos?
- ¿Por qué hay que promediar los datos de todos los grupos del curso?

A partir de la información presentada, desarrollan que siguen al texto:

Observaciones al docente:

En cada experimento, deben tener claro el concepto de estado de un sistema; es decir, las condiciones en las cuales se encuentra un sistema (no confundir con estado de agregación de la materia).

La pregunta sobre el promedio de los datos del curso enfatiza que hay que replicar los experimentos y cómo trabaja la ciencia para obtener conclusiones.

Se sugiere relacionar los conceptos de esta actividad con los trabajados anteriormente en termodinámica.

El agua es importante para completar volúmenes y así mantener constante el volumen del experimento sobre la influencia de la concentración en la velocidad de reacción.

Con ayuda de estos experimentos, los estudiantes deberían construir el concepto de velocidad de reacción.

En el último, el mondadientes en ignición permite evidenciar la presencia de oxígeno, ya que debería avivar la llama o brasa en ignición. Se puede sustituir el trozo de hígado de pollo o carne por MnO_2 (dióxido de manganeso) o KI (yoduro de potasio).

Al finalizar los experimentos, deben repasar los cuatro factores en un plenario o aprovechando la actividad que sigue.

El agua oxigenada se descompone en agua y oxígeno, reacción química cuyo $\Delta G^\circ = -238,2 \text{ kJ/mol}$ y una constante de velocidad muy baja; por esta razón, es muy habitual que los frascos con agua oxigenada que se guardan en botiquines no sean efectivos al pasar un tiempo. Para demostrar esta descomposición, experimentan lo siguiente: Viertan 20 mL de agua oxigenada de 20 volúmenes en dos tubos de ensayo; añaden 5 mL de agua al primer tubo y agitan suavemente; agregan un trocito de hígado de pollo o carne fresca al segundo tubo y agitan suavemente; acercan a ambos tubos un mondadientes o pajita en ignición. Anotan sus observaciones en cada paso del experimento.

- Escriban la ecuación química balanceada de la reacción de descomposición del agua oxigenada.
- A partir de la información proporcionada, ¿cómo podríamos afirmar que esta reacción química es espontánea y lenta?
- Explican la frase “por esta razón, es muy habitual que los frascos con agua oxigenada que se guardan en botiquines no sean efectivos al pasar un tiempo”.
- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cualitativas, ¿a qué las atribuyen?
- ¿Cómo influyen el agua y el trozo de hígado o carne en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cuál es la función del mondadientes o pajita en ignición en los experimentos?

En un video, observan cómo funciona el convertidor catalítico (se sugiere buscar en internet aquellos titulados “¿cómo funciona el convertidor catalítico?”) y luego contestan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo están presentes los cuatro factores que modifican la velocidad de reacción en un convertidor catalítico?
- ¿Qué diferencias hay entre las emanaciones de un automóvil sin convertidor catalítico y otro con convertidor?
- ¿Cuál es el origen de los contaminantes que mitiga el convertidor catalítico?
- ¿Cuáles son las vías de exposición de los contaminantes que se produce en un automóvil?

- ¿Cuál es el tiempo o distancia recorrida que necesita un convertidor catalítico para que comience a funcionar eficientemente?
- ¿Es eficiente el convertidor catalítico en viajes cortos de una ciudad? ¿Qué opinan sobre la introducción de buses eléctricos en ciudades frente al uso de automóviles con convertidor catalítico?

Socializan las ideas mediante un debate guiado.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Aplican modelos matemáticos en el impacto termodinámico y cinético de reacciones químicas en estudio.
- Explican efectos de contaminantes en fenómenos químicos presentes en sistemas naturales y en los servicios ecosistémicos, considerando aspectos de la termodinámica y la cinética de reacciones.
- Evalúan implicancias éticas, ambientales y sociales de la producción y el uso de contaminantes.

Recursos y sitios web



- Sitio que explica el funcionamiento del convertidor catalítico:
[www.curriculumnacional/link/https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/](https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/)
- Sitio con diferentes unidades didácticas de Química:
[www.curriculumnacional/link/http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf)

Actividad 4. Rodamina B y cinética: ¿qué y cómo?

PROPÓSITO

Analizar las propiedades cinéticas de un contaminante a partir de datos y resultados cinéticos experimentales.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 3

Argumentar y comunicar, con base en evidencia científica, cómo la termodinámica y la cinética de reacciones químicas contribuyen a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y sus respuestas a cambios ejercidos sobre estos.

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA h

Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

ACTITUDES

Pensar con apertura hacia otros para valorar la comunicación como una forma de relacionarse con diversas personas y culturas, compartiendo ideas que favorezcan el desarrollo de la vida en sociedad.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

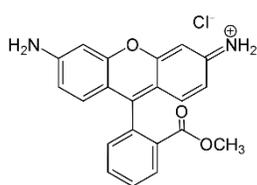
Observaciones al docente:

El docente puede relacionar las moléculas de rodamina con los aprendizajes logrados en Química Orgánica en 2° medio.

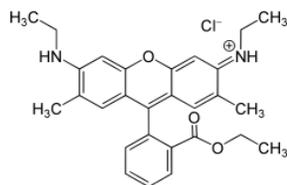
Sobre la base del texto y los modelos presentados, los alumnos desarrollan preguntas e ítems guiados de trabajo.

¿Rodamina?

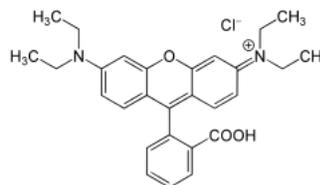
La rodamina B es un colorante que se utiliza en la industria textil. Hay diferentes tipos de rodamina:



Rodamina 123



Rodamina 6G



Rodamina B

- Analizan las estructuras de las diferentes rodaminas, indicando semejanzas y diferencias en cuanto a estructura y posible reactividad.
- Investigan sobre su toxicidad y resumen esta información en fichas.
- Discuten sobre las vías de exposición de los diferentes tipos de rodaminas como contaminantes.

Conexión interdisciplinar:

**Módulo “Bienestar y Salud”
Ciencias para la Ciudadanía**

OA 1

**Módulo “Seguridad, Prevención y
autocuidado” Ciencias para la
Ciudadanía**

OA 1

Análisis de información ordenada en tablas y datos sobre la rodamina B:

Para estudiar la cinética de descomposición de la rodamina B, se ingresó los siguientes datos del estudio cinético de degradación fotocatalítica oxidativa de rodamina con ZnO y luz solar (se incluyó soluciones químicas de diferentes concentraciones de rodamina B).

Tabla 1: Concentración de rodamina B en el tiempo

Tiempo [min]	Experimento 1 [Rodamina] [15 ppm]	Experimento 2 [Rodamina] [20 ppm]	Experimento 3 [Rodamina] [25 ppm]	Experimento 4 [Rodamina] [30 ppm]
0	15	20	25	30
10	5,45	7,99	13,03	18,23
20	1,06	2,41	5,12	8,58
30	0,35	0,71	2,12	4,05
40	0,21	0,21	0,57	1,85
50	0,1	0,1	0,1	0,71

- Explican el significado de “degradación fotocatalítica oxidativa”.
- Identifican la variable dependiente y la variable independiente de este estudio.
- Muestran los datos de la tabla 1 en un solo gráfico, de acuerdo con las variables identificadas. Interpretan la tendencia de los datos y analizan si está ocurriendo una degradación de la rodamina B.
- Calculan la velocidad promedio de la reacción química en cada experimento. Discuten el concepto de velocidad promedio y velocidad inicial, y su importancia en estudios cinéticos.

Analizan cuál experimento presenta una mayor velocidad inicial y deciden cuál es el mejor para obtener conclusiones sobre el estudio cinético.

Estiman parámetros en contexto para la ley de velocidad:

Las reacciones químicas se rigen por ciertos parámetros cinéticos que se resumen en la ley de velocidad, cuya expresión es:

$$v = k [A]^x [B]^y$$

- Explican cada uno de los parámetros cinéticos de la ley de velocidad.
- Sabiendo que existen reacciones químicas de diverso orden, construyen los gráficos para cada uno de los experimentos, considerando orden cero, primer orden y segundo orden. Interpretan la tendencia de los datos en cada gráfico.
- Con ayuda de una hoja de cálculo, determinan la ecuación de la recta de cada gráfico construido y el valor de regresión lineal. Deciden cuál gráfico representa mejor la tendencia lineal de los datos. Analizan el experimento que muestra mejor el comportamiento de los datos y lo comparan con la velocidad inicial más alta determinada con anterioridad.
- Calculan el orden de degradación de la rodamina B y la constante de velocidad, completando la ley de velocidad.
- Calculan el tiempo de vida media en forma gráfica a partir de las ecuaciones, y explican su significado.
- Considerando que la reacción de degradación fotocatalítica oxidativa es espontánea, construyen un perfil de energía para este proceso.
- Calculan cuánto demora en degradarse –con ayuda de la degradación fotocatalítica oxidativa– la rodamina B de una laguna que tiene una concentración de 750 000 ppm de rodamina, sabiendo que el valor permitido es 10 ppm.
- Analizan las consecuencias de utilizar ZnO como catalizador para degradar la rodamina.

Observaciones al docente:

Es importante usar la planilla de datos de un software que incluya hojas de cálculo para que los estudiantes apliquen herramientas de regresión lineal y decidan qué tipo de gráfico describe con precisión el comportamiento de un grupo de datos.

Se recomienda que grafiquen todos los experimentos para cada tipo de orden. Por ende, elaboran tres gráficos que presentan los cuatro experimentos por cada vez. Conviene especificar que los gráficos de los diferentes órdenes siguen las ecuaciones de la recta que se muestra aquí, y aquel gráfico o conjunto de gráficos que tenga un valor de r^2 más cercano a 1 será el que mejor muestre cómo se comportan los datos. Asimismo, el valor de la constante de velocidad se obtiene de la pendiente del gráfico.

Orden	Ley de la velocidad	Ecuación Concentración-Tiempo	Vida media
0	velocidad = k	$[A] = [A]_0 - kt$	$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$
1	velocidad = $k [A]$	$\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
2	velocidad = $k [A]^2$	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$

- Elaboran un tríptico para explicar las consecuencias de la contaminación de rodamina B y la degradación fotocatalítica oxidativa con ZnO y luz solar. Exponen los parámetros cinéticos para calcular los tiempos de degradación.
- Averiguan en diversas fuentes sobre los usos de la rodamina en herbicidas y extrapolan la información de degradación a otros contaminantes, como el glifosato. Elaboran un video sobre la importancia de las sustancias que se usa en agricultura y las vías de exposición para llegar a nuestro organismo. Distinguen en esas fuentes cuáles son evidencias científicas y cuáles, interpretaciones.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Aplican modelos matemáticos sobre el impacto termodinámico y cinético de reacciones químicas en estudio.
- Distinguen evidencias científicas e interpretaciones en investigaciones científicas validadas por la comunidad científica.
- Evalúan implicancias éticas, ambientales y sociales de la producción y el uso de contaminantes.

Recursos y sitios web



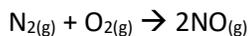
- Estudio cinético de degradación de la rodamina B:
www.curriculumnacional/link/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000400004
- Tesis sobre degradación del glifosato:
[www.curriculumnacional/link/https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Ramos_Hernandez/publication/328107759_Degradacion_fotoelectrocatalitica_de_glifosato_en_muestras_de_agua_de_la_localidad_de_Tenampulco_Puebla/links/5bb7be08299bf1049b700362/Degradacion-fotoelectrocatalitica-de-glifosato-en-muestras-de-agua-de-la-localidad-de-Tenampulco-Puebla.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Ramos_Hernandez/publication/328107759_Degradacion_fotoelectrocatalitica_de_glifosato_en_muestras_de_agua_de_la_localidad_de_Tenampulco_Puebla/links/5bb7be08299bf1049b700362/Degradacion-fotoelectrocatalitica-de-glifosato-en-muestras-de-agua-de-la-localidad-de-Tenampulco-Puebla.pdf)
- Ficha de datos de seguridad de la rodamina B:
[www.curriculumnacional/link/https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/T/SDB_T130_ES_ES.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/T/SDB_T130_ES_ES.pdf)

Actividad de Evaluación: Perfiles energéticos: NO₂ atmosférico

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE EVALUACIÓN
<p>OA 3: Argumentar y comunicar, con base en evidencia científica, cómo la termodinámica y la cinética de reacciones químicas contribuyen a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales y sus respuestas a cambios ejercidos sobre estos.</p> <p>OA 5: Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.</p> <p>OA f: Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.</p>	<p>Diseñan perfiles energéticos de reacciones químicas, empleando factores termodinámicos y cinéticos para diversos contextos.</p> <p>Aplican modelos matemáticos sobre el impacto termodinámico y cinético de reacciones químicas en estudio.</p> <p>Evalúan implicancias éticas, ambientales y sociales de la producción y el uso de contaminantes.</p>
<p>DURACIÓN 2 horas pedagógicas</p>	

Factores termodinámicos en un contaminante

- Explican los factores termodinámicos y cinéticos que se debe considerar en el perfil energético de una reacción química.
- El NO₂ atmosférico proviene de diversos procesos químicos. Uno de ellos se origina en el N₂ y O₂ atmosférico. En una primera etapa, reaccionan de manera natural en la atmósfera en presencia de una tormenta eléctrica o durante la combustión de la bencina en los automóviles, según la siguiente ecuación:



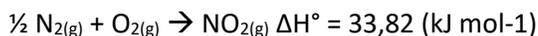
- a) Evalúan los factores termodinámicos que se obtiene a partir de la siguiente tabla para la reacción anterior, y si las condiciones atmosféricas a 25 °C son adecuadas para la formación de este producto de manera espontánea. Explican basándose en los valores de todas las funciones termodinámicas obtenidas.

Tabla 1: Valores de entalpía y entropía estándar

Sustancia	ΔH° [kJ/mol]	ΔS° [J/mol K]
N ₂	0	130,6
O ₂	0	205,0
NO	90,4	210,6

- b) El NO formado en la atmósfera se oxida según: $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$. Para este proceso se simuló la reacción en etapas. ¿Cuál es la entalpía estándar para la formación de 1 mol de $\text{NO}_{2(g)}$ a partir de $\text{NO}_{(g)}$ y $\text{O}_{2(g)}$? ¿Qué significado tiene el resultado obtenido?

Se sabe que las etapas simuladas en el laboratorio son:



- c) Para obtener ácido nítrico, una de las etapas principales es la oxidación del óxido nítrico a dióxido de nitrógeno: $2 \text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{NO}_{2(g)}$. Para esta reacción, se ha determinado experimentalmente que su ecuación de velocidad es: $v = k [\text{NO}]^2 \times [\text{O}_2]$ y que la constante de velocidad, a 25 °C, vale $k = 6,5 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-2} \text{L}^2 \text{s}^{-1}$. Explican qué significa esa ecuación de velocidad y calculan la velocidad de oxidación del NO a dicha temperatura, cuando en un día de contaminación por esta sustancia las concentraciones iniciales (mol L^{-1}) de los reactivos son: $[\text{NO}] = 0,100 \text{ M}$; $[\text{O}_2] = 0,210 \text{ M}$.
- d) Construyen el perfil de reacción de formación de NO_2 , sabiendo que en la primera reacción ($\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$) $\Delta G = 40 \text{ kJ/mol}$ y en la segunda reacción ($2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$) $\Delta G = -50 \text{ kJ/mol}$; además, en la primera etapa el valor de la energía de activación es 50 kJ/mol y en la segunda etapa es 15 kJ/mol. Evalúan la cinética y espontaneidad de cada etapa.

Una vez formado el NO_2 , reacciona con el agua formando ácido nítrico (HNO_3), contaminante que participa en la lluvia ácida. Redactan un párrafo a partir de sus reflexiones con respecto a la formación de NO, NO_2 y HNO_3 en la atmósfera, considerando aspectos termodinámicos y cinéticos y sus consecuencias en la vida cotidiana y en el entorno.

Unidad 4

Unidad 4 - Química para la sustentabilidad

Propósito de la unidad

Demostrar el impacto de la integración de la Química y otras disciplinas para fomentar acciones preventivas y de mitigación de problemas de interés ambiental a fin de lograr bienestar y desarrollo sustentable. Establecer que esta y otras disciplinas explican algunas consecuencias del cambio climático y ayudan a entenderlo, prevenirlo y mitigarlo. Puede guiarse por preguntas como las siguientes: ¿Cuáles son las limitaciones de la Química en el estudio de variables relacionadas con el cambio climático? ¿Por qué debería existir una “química para la sustentabilidad”?

Objetivos de Aprendizaje

OA 4

Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el y equilibrios desarrollo sustentable.

OA 6

Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.

OA a

Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA g

Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.

Actividad 1. Una cuestión de equilibrio

PROPÓSITO

Se pretende que los estudiantes apliquen el concepto de equilibrio químico y los factores que lo modifican.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 4

Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

ACTITUDES

Interesarse por las posibilidades que ofrece la tecnología para el desarrollo intelectual, personal y social del individuo.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Equilibrio y más

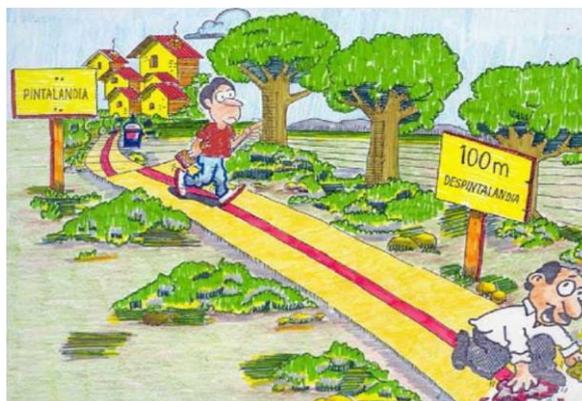
En muchas situaciones se habla del equilibrio químico. Averiguan y analizan en qué consiste este concepto cuando se refiere a lo:

- económico en un hogar
- matemático en las ecuaciones matemáticas
- ecológico en la tasa de natalidad y mortalidad

Los jóvenes leen la siguiente situación:

Uno de los habitantes de Pintalandia decide pintar la línea de la carretera de 100 metros que conecta su pueblo con Despintalandia, el pueblo de los expertos removedores de pintura. El torpe pintor empieza la línea, pero deja la cubeta con la pintura en su pueblo, en el lugar donde comienza la línea. Por ello, cada vez que se le seca la brocha, debe retroceder hasta la cubeta para remojarla; luego vuelve a la línea y continúa pintando. Mientras tanto, un despintor del otro pueblo toma una esponja con removedor de pintura, camina hasta el extremo de la línea recién pintada y comienza a removerla, deshaciendo parcialmente la labor del pintor. Este despintor resulta igual de torpe que el pintor, pues cada vez que se le agota el removedor, debe volver a su pueblo a mojar nuevamente su esponja y regresar al extremo de la línea a seguir removiendo la pintura.

Imagen 1: Pintalandia



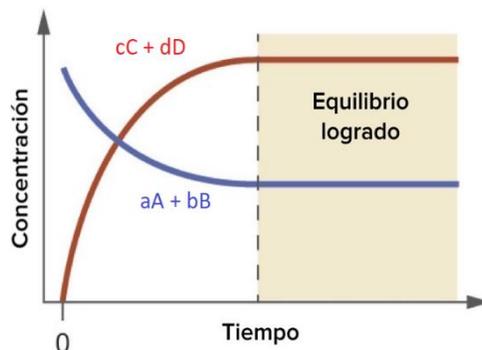
Responden las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el final de la historia?
- ¿Cómo cambia la distancia de la línea pintada con el tiempo?
- Relacionan la analogía de Pintalandia-Despintalandia con el concepto de equilibrio investigado.
- ¿En qué condiciones se debería alcanzar un equilibrio en la analogía descrita?

A partir de la analogía, analizan la siguiente secuencia para una reacción química:



Imagen 2: Gráfico de concentración versus tiempo



Argumentan y explican comportamientos químicos, empleando analogías y referencias disciplinares:

- Explican el comportamiento de cada curva del gráfico en función de la ecuación química presentada.
- Relacionan el gráfico anterior con la situación analógica de Pintalandia-Despintalandia y responden: ¿Qué representa la pintura en el suelo? ¿A qué se refiere la imagen con “equilibrio logrado”?
- Explican el significado de la pendiente en el gráfico en el momento del equilibrio logrado.
- Construyen la ley de velocidad para cada sentido de la reacción y explican el significado de cada una. Consideran un mecanismo elemental para cada sentido de la reacción química (recuerdan lo que aprendieron en la unidad 3).
- Igualan ambas velocidades y construyen una expresión que refleje el equilibrio químico. Calculan las condiciones de este a partir de la expresión deducida.
- Construyen los gráficos de las situaciones en que:
 - a) El equilibrio esté desplazado hacia la formación de productos.
 - b) El equilibrio esté desplazado hacia la formación de reactantes.
 - c) No ocurra la reacción química.
 - d) La reacción química sea completa hacia la formación de productos.

Observaciones al docente:

Se sugiere enfatizar en el carácter dinámico del equilibrio químico (a diferencia de equilibrios dados en otras situaciones), haciendo hincapié en la velocidad de reacción directa e inversa. La situación analógica de “Pintalandia-Despintalandia” permite ejemplificar lo anterior, dado que se menciona el pintor y el despintor; la longitud de la línea de la carretera pintada es el análogo de la concentración de los productos de la reacción, cuando empieza desde los reactivos. Así los jóvenes comprenden que el equilibrio es un proceso dinámico y que el final de la historia es el momento en que las velocidades de pintado y despintado se igualan. Esto ocurre alrededor de la mitad de la carretera, cuya longitud exacta depende de la velocidad de caminata del pintor y del despintor y su eficiencia en pintar o despintar un cierto número de metros cada vez que “atacan” la línea. Si el pintor y el despintor tienen la misma velocidad y habilidad, la línea deja de crecer a la mitad del camino entre los dos pueblos. Pero si el pintor es más eficaz que el despintor (sería lo lógico), la línea llega más allá de la mitad.

El análisis de la reacción química y el gráfico presentado debe clarificar aún más el dinamismo del equilibrio químico, en que la pendiente del gráfico representa la velocidad de reacción y esta es igual en ambos sentidos de la reacción química. Al escribir la ley de velocidad para ambos procesos, deberían deducir la expresión de la constante de equilibrio, y definir su desplazamiento si un lado de la reacción química sufriera alteraciones, lo cual sería una antesala para introducir los factores que modifican la velocidad de reacción. Esto se trabajó en la unidad 3, por lo que los estudiantes deberían manejarlo.

$$v_1 = v_2 \rightarrow k_1[A]^a[B]^b = k_2[C]^c[D]^d$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Experimentando con el equilibrio

Observan las siguientes reacciones químicas que se encuentran en equilibrio y realizan las indicaciones entregadas a continuación.

Reacción 1:	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$
	Anaranjado \rightleftharpoons Amarillo
Reacción 2:	$4\text{Cl}^- + [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + \text{calor} \rightleftharpoons [\text{CoCl}_4]^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$
	Rosado \rightleftharpoons azul

Observaciones al docente:

Debe guiar a los estudiantes para que planteen preguntas de investigación relacionadas con las perturbaciones que pueda recibir un sistema en equilibrio, y ayudarlos a reflexionar cómo esto se percibe en la naturaleza. Además, esta experiencia sirve para recordar los tipos de cambios en la naturaleza aprendidos en 7° básico.

Justifican y desarrollan modelos de interpretación experimentales para sistemas químicos en estudio:

- Sabiendo que cuentan con los reactivos de cada reacción química, plantean preguntas o problemas relacionados con el equilibrio químico y su alteración, que pueden responderse mediante investigaciones experimentales.

Realizan la siguiente experiencia:

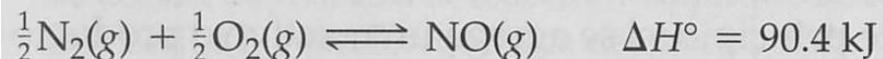
- Vierten 2 mL de solución de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en un tubo de ensayo limpio y seco. Agregan una gota de solución de hidróxido de sodio (NaOH) y agitan. Si no observan cambio, añaden otra gota de NaOH y agitan. Enseguida incorporan, gota a gota, una solución de ácido clorhídrico (HCl) hasta que se produzca un nuevo cambio.
- Repiten este procedimiento tres veces. Anotan sus observaciones e intentan responder la pregunta que propusieron sobre cómo se altera el equilibrio químico.
- Comparan sus observaciones con la información de las reacciones químicas.

Realizan la siguiente experiencia:

- Vierten 2 mL de solución de cloruro de hexaacuocobalto (II) en un tubo de ensayo. Agregan unos cristales de cloruro de potasio (KCl). Calientan suavemente hasta que cambie su color y luego enfrían.
- Repiten este procedimiento tres veces. Anotan sus observaciones y tratan de responder la pregunta de investigación propuesta.
- Comparan sus observaciones con la información de las reacciones químicas.
- Relacionan la pregunta de investigación y los resultados obtenidos en las dos experiencias con lo establecido en el Principio de Le Chatelier.

Analizando la temperatura

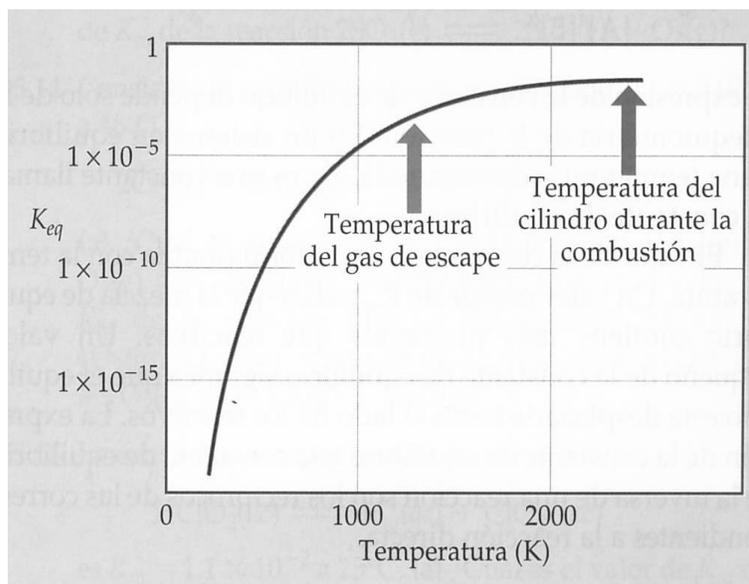
Uno de los factores de mayor impacto en los equilibrios de los sistemas estudiados en la naturaleza es la temperatura. Analicemos el ejemplo de la formación de $\text{NO}_{(g)}$ en un motor de automóvil. Esta reacción se describe así:



Con la información de esa ecuación química, justifican y explican determinados cambios:

- Desde el punto de vista termodinámico, ¿qué tipo de reacción es la formación del $\text{NO}(g)$?
- ¿Cómo influirá la temperatura en el desplazamiento de este equilibrio?
- Analizando lo que ocurre en el motor de un automóvil, ¿por qué el $\text{NO}(g)$ genera contaminación?
- Sabiendo que el motor de un automóvil alcanza alrededor de 2400 K, ¿qué se espera que ocurra si tiene alta concentración de $\text{N}_2(g)$ y $\text{O}_2(g)$? ¿Qué pasa cuando los gases migran hacia el tubo de escape?
- Explican el siguiente gráfico y lo relacionan con las propiedades cinéticas y termodinámicas del $\text{NO}(g)$ y el equilibrio de la reacción química.

Imagen 3: Equilibrio químico y variación de su constante frente a la temperatura



Reflexionan empleando datos entregados en el gráfico.

- Reflexionan sobre el impacto de la temperatura en el equilibrio químico, y escriben un ensayo que evidencie este problema en la naturaleza y cómo se vincula con el cambio climático y su prevención.

Observaciones al docente:

Es importante que los estudiantes tengan experiencia previa de hacer ensayos en ciencias. Además, se recomienda seguir el formato y las instrucciones de la asignatura de Lenguaje: Selección de un tema controversial o una pregunta relacionada con el tema en estudio.

- Introducción: definir el tema de la controversia y presentar la afirmación central del trabajo.
- Desarrollo: exponer los distintos argumentos, ejemplos, contraargumentos y refutaciones.
- Conclusión: resumir lo expuesto en el desarrollo y reafirmar o no la afirmación central del trabajo.
- Bibliografía.

El trabajo debe redactarse con vocabulario académico y científico, con una extensión de 1 500 a 2 000 palabras.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Argumentan y evalúan alteraciones en sistemas naturales y sus consecuencias sobre los ciclos biogeoquímicos, considerando reacciones y equilibrios químicos involucrados.
- Proponen modelos que permitan explicar fenómenos relacionados con efectos y consecuencias de la actividad humana y el cambio climático sobre equilibrios químicos y ciclos biogeoquímicos.

Recursos y sitios web



- Analogías en la enseñanza del equilibrio químico:
www.curriculumnacional/link/https://andoni.garritz.com/documentos/Raviolo-Garritz_EQ-2007.pdf
- Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje:
www.curriculumnacional/link/https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2003v21nEXTRA/edlc_a2003v21nEXTRAp111.pdf

Actividad 2. La hemoglobina, un problema de equilibrio

PROPÓSITO

Analizar el equilibrio químico que se establece entre la hemoglobina y el oxígeno, y cómo el cambio climático afecta este equilibrio y su impacto en la biodiversidad.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 4

Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.

OA 6

Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.

OA a

Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.

ACTITUDES

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

DURACIÓN

6 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Cambio climático y factores como el oxígeno

Análisis de datos y resultados publicados en artículos científicos.

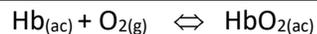
La revista Science publicó en enero de 2018 el artículo *Declining oxygen in the global ocean and coastal waters*. Ingresan al siguiente enlace y leen el artículo:

www.curriculumnacional/link/http://science.sciencemag.org/content/359/6371/eaam7240/tab-pdf

Al respecto, responden:

- ¿Cuáles pueden ser las causas de que haya disminuido el oxígeno en los océanos?
- ¿Qué consecuencias tiene dicho fenómeno?
- ¿Habrá consecuencias similares si disminuye el oxígeno en la atmósfera?

Analizan el siguiente equilibrio químico que se da en la sangre y responden las preguntas.



- ¿Cuál es la importancia biológica del oxígeno en la sangre?
- Escriben la expresión de la constante de equilibrio del oxígeno con la hemoglobina en la sangre.
- Analizan los factores que pueden modificar el equilibrio de la hemoglobina.
- Proponen medidas para prevenir y mitigar la disminución de oxígeno en los océanos.

Analizan las siguientes situaciones y responden las preguntas.

Observaciones al docente:

En la actividad inicial, es importante que los alumnos lean el artículo de la revista Science (lo que permite realizar un trabajo integrado con la asignatura de Inglés).

En la situación 1, deben identificar la concentración de oxígeno como factor del Principio de Le Chatelier, y su desplazamiento hacia la formación de reactantes. En la situación 2, deben relacionar tanto la concentración de oxígeno como su presión parcial, dado que es un gas.

Oxígeno en los océanos

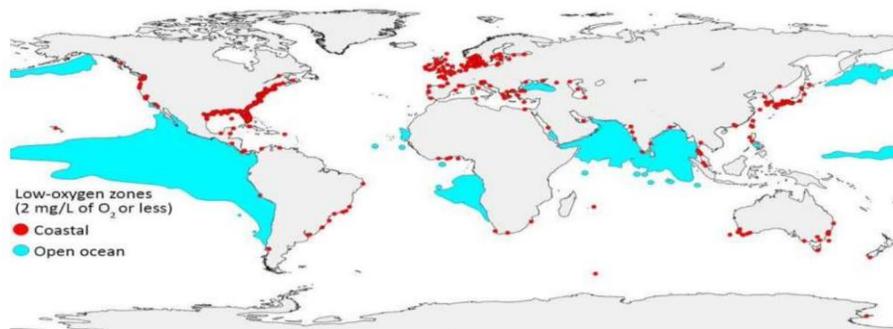
“La falta de oxígeno suficiente puede impedir el crecimiento en los animales, dañar la reproducción y provocar enfermedades o la muerte. Los problemas derivados de la falta de oxígeno en los océanos ya comienzan a percibirse. Un ejemplo son los corales, que están estresados y decolorados a causa del aumento de la temperatura de la superficie del mar y también pueden verse perjudicados por la falta de oxígeno. La falta de oxígeno de los océanos podría acabar afectando a la biodiversidad global del planeta. Por si fuera poco, el daño planetario producido por la falta de oxígeno en el medio marino incide directamente en la devastación de los medios de subsistencia del ser humano”.

Conexión interdisciplinar:

Módulo “Ambiente y Sostenibilidad” Ciencias para la Ciudadanía

OA 3

Imagen 1: Zonas con bajo oxígeno molecular



Low-oxygen zones are spreading around the globe. Red dots mark places on the coast where oxygen has plummeted to 2 milligrams per liter or less, and blue areas mark zones with the same low-oxygen levels in the open ocean. Credit: GO2NE working group. Data from World Ocean Atlas 2013 and provided by R. J. Diaz

Extracto Revista Muy Interesante. Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.muyinteresante.es/naturaleza/video/la-grave-disminucion-del-oxigeno-de-los-ocenos](https://www.muyinteresante.es/naturaleza/video/la-grave-disminucion-del-oxigeno-de-los-ocenos)

- ¿Por qué la falta de oxígeno puede impedir el crecimiento en los animales?

- Construya una pregunta de investigación que pueda responderse con los datos del artículo.
- ¿Cómo ayuda el Principio de Le Chatelier a explicar este fenómeno?
- ¿Cómo se puede explicar la imagen con ayuda del equilibrio Hb-HbO?

Oxígeno en altura

“A una altitud de 3 km (aproximadamente la altura del volcán Llaima o del monte Fitz Roy en el sur de Chile, o del cerro Armazones en el norte de Chile), la presión parcial del oxígeno es de solo 0,14 atm, comparada con 0,2 atm a nivel del mar. Este cambio reduce el aporte de oxihemoglobina en los tejidos y provoca hipoxia. Si se le da el tiempo suficiente, el organismo supera este problema, formando más moléculas de hemoglobina. El aumento en la producción de hemoglobina que satisfaga las necesidades fundamentales del organismo tarda de dos a tres semanas, y es probable que se requiera varios años para regresar a la capacidad plena. Se ha demostrado que los residentes de las zonas a gran altura tienen niveles altos de hemoglobina en la sangre: ¡a veces hasta 50 % más que las personas que viven junto al mar!”.

Adaptado de Química, Raymond Chang, 10ª edición, 2010.

- ¿Qué factor o factores influyen en la disponibilidad de oxihemoglobina en la sangre?
- ¿Cómo se puede explicar este equilibrio y los cambios descritos en el párrafo desde el punto de vista termodinámico y cinético?
- ¿Cómo se relaciona esto con los casos de dopaje en ciclismo?
- Diseñan un proyecto que pueda modelar el fenómeno de la hemoglobina en la sangre y su alteración por los factores estudiados, e incorporan las posibles soluciones al problema.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Proponen modelos que permitan explicar fenómenos relacionados con efectos y consecuencias de la actividad humana y el cambio climático sobre ciclos biogeoquímicos.
- Basados en evidencias, justifican por qué es importante entender y resolver problemas ambientales desde la Química y otras disciplinas científicas.
- Plantean preguntas de investigación a partir de observaciones sobre fenómenos de equilibrio químico y ciclos biogeoquímicos.

Recursos y sitios web



- Sitio que muestra investigaciones sobre el oxígeno en el mar:
[www.curriculumnacional/link/http://www.cienciasdelmar.pucv.cl/nota/el-oxigeno-disuelto-y-la-vida-en-el-mar/](http://www.cienciasdelmar.pucv.cl/nota/el-oxigeno-disuelto-y-la-vida-en-el-mar/)
- Reportaje sobre la disminución del oxígeno:
[www.curriculumnacional/link/https://www.muyinteresante.es/naturaleza/video/la-grave-disminucion-del-oxigeno-de-los-oceanos](https://www.muyinteresante.es/naturaleza/video/la-grave-disminucion-del-oxigeno-de-los-oceanos)
- Artículo sobre un estudio de disminución de oxígeno en los mares del mundo:
[www.curriculumnacional/link/http://science.sciencemag.org/content/359/6371/eaam7240/tab-pdf](http://science.sciencemag.org/content/359/6371/eaam7240/tab-pdf)

Actividad 3. Chile y el cambio climático

PROPÓSITO

Contrastar fundamentos de química ambiental, analizando sus implicancias e impacto en la vida actual y la biósfera.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 6

Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA g

Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.

ACTITUDES

Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

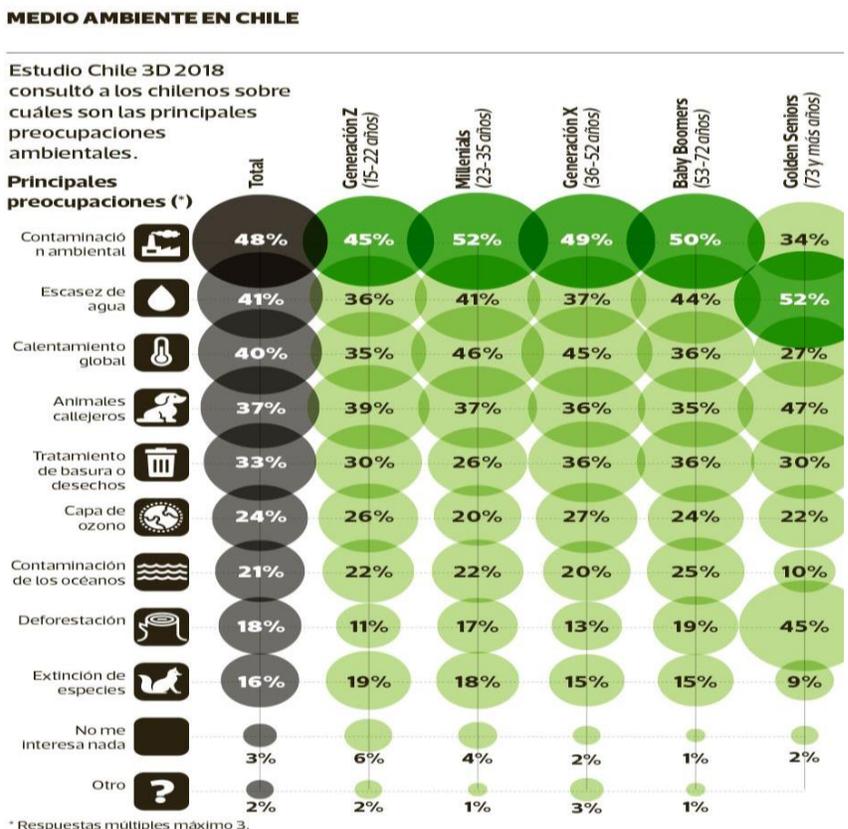
DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Aplican y discuten la infografía de “Chile 3D 2018” sobre las principales preocupaciones ambientales de los chilenos, leen el texto y luego responden las preguntas.

Interpretación de gráficos, tablas y datos

Chile y las preocupaciones ambientales.

Imagen 1: Preocupaciones ambientales de los chilenos



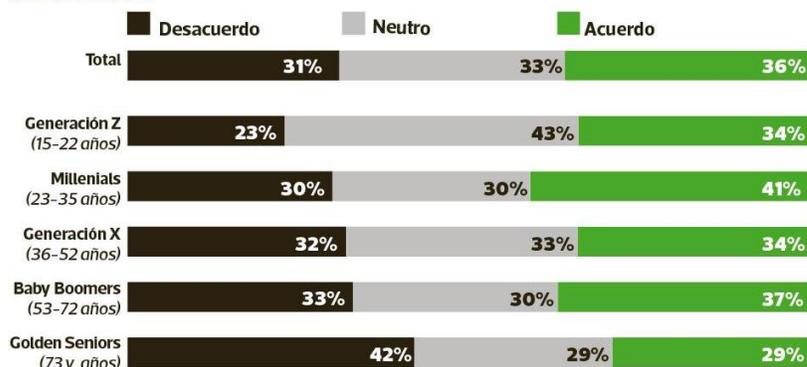
Fuente: La Tercera, diario digital (2018). Recuperado de: [www.curriculumnacional/link/https://www.latercera.com/tendencias/noticia/contaminacion-agua-las-mayores-preocupaciones-ambientales-chile/141099/](https://www.latercera.com/tendencias/noticia/contaminacion-agua-las-mayores-preocupaciones-ambientales-chile/141099/)

- Discuten sobre las prioridades y preocupaciones medioambientales del Chile actual, a partir de los datos de la infografía, y los relacionan con el contexto noticioso nacional en materia ambiental.
- ¿Qué relaciones se podría establecer entre generación (rango etario) y problemas ambientales de interés? Justifican y relacionan la respuesta con la imagen 2:

Imagen 2: Análisis de preocupación ambiental según rango etario

Nivel de acuerdo con la afirmación:

Acostumbro comprar productos de marcas que se preocupan por su impacto en el medioambiente



FUENTE: Chile 3D 2018 / GfK Adimark

INFOGRAFÍA: Francisco Solorio • LA TERCERA

Fuente: La Tercera, diario digital (2018). Recuperado de:
[www.curriculumnacional/link/https://www.latercera.com/tendencias/noticia/contaminacion-agua-las-mayores-preocupaciones-ambientales-chile/141099/](https://www.latercera.com/tendencias/noticia/contaminacion-agua-las-mayores-preocupaciones-ambientales-chile/141099/)

Leen el artículo siguiente publicado por Greenpeace en [www.curriculumnacional/link/https://www.greenpeace.org/chile/issues/bosques/1086/greenpeace-e-incendios-en-aysen-el-cambio-climatico-actuara-como-nuevo-combustible-para-la-propagacion-de-incendios-en-la-patagonia/](https://www.greenpeace.org/chile/issues/bosques/1086/greenpeace-e-incendios-en-aysen-el-cambio-climatico-actuara-como-nuevo-combustible-para-la-propagacion-de-incendios-en-la-patagonia/)

Greenpeace e incendios en Aysén: “El cambio climático actuará como nuevo combustible para la propagación de incendios en la Patagonia”

Como una nueva señal de que los efectos del cambio climático están afectando a todos los rincones del país, calificó Greenpeace los extensos incendios forestales que afectan a la Región de Aysén, siniestros que superan en un 22.000 % a los registrados en la pasada temporada y en un 1.600 % a los incendios de los últimos cinco años.

“Hoy el incendio más grande del país está en Aysén y equivale a un 60% de la superficie que se quemó en el gran incendio que afectó la zona de las Torres del Paine durante varias semanas de 2011 a 2012. Estamos hablando de un área equivalente a más de 170 veces el Estadio Nacional. Es una situación alarmante que afecta una zona especialmente sensible para los ecosistemas y una región ícono para nuestra Red de Parques Nacionales”, dice Estefanía González, coordinadora del área de campañas de Greenpeace.

En este contexto, desde esa ONG destacaron que un elemento clave para la emergencia que vive la región son las temperaturas extremas e históricas que ha habido en la zona en las últimas semanas: en Coyhaique se llegó a 35.7°C, mientras que en Cochrane se registró 36.1°C, superando el récord de 35°C de enero de 2013.

“Por supuesto que estas temperaturas, completamente fuera de lo normal, han actuado como un verdadero combustible para generar y expandir estos incendios. Hay que hacerse la idea de que los siniestros que solemos ver en la zona central y sur del país ahora también serán una realidad en el corazón de nuestra Patagonia”, advierte González.

A partir de esta información, deliberan y elaboran una ruta de investigación para proponer un proyecto de intervención:

- Indagan acerca de un problema local, recopilando y analizando datos químicos sobre el tema.
- Desarrollan los conceptos de prevención (incluyendo los principios de la química verde involucrados), mitigación y restauración a partir del ejemplo en cuestión.
- Proponen un proyecto de solución en contexto de situación real (local, nacional, global).

Conexión interdisciplinar:
Módulo "Ambiente y Sostenibilidad" Ciencias para la Ciudadanía
 OA 2

Asimismo, responden y analizan los siguientes puntos:

- ¿Cómo se relaciona el cambio climático con los nuevos problemas locales ambientales? Explican a partir del ejemplo y argumentan por qué se han alterado el sistema natural y los ciclos biogeoquímicos en la región.
- Explican el impacto del incendio sobre los suelos de Aysén, relacionando la extensión afectada con el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable (además de la actividad agrícola y ganadera de la zona). Mencionan el impacto social y el efecto de la actividad humana.
- Investigan sobre las reacciones químicas presentes durante el siniestro y las relacionan con los principales ciclos biogeoquímicos, usando gráficos e imágenes.
- Seleccionan algunos principios de la química verde para proponer soluciones al problema.

Aplican la información en contexto real:

Observaciones al docente:

Los alumnos pueden contrastar las medidas que propongan en sus proyectos, mediante experimentos caseros sencillos. Es importante guiarlos sobre cómo usar los datos y resultados para construir la lista de acciones y propiciar que empleen diversas fuentes de información. Se sugiere resaltar el rol de otras disciplinas en este proceso, como Geología, Economía, entre otras.

El texto menciona el incendio en una zona de las Torres del Paine durante varias semanas de los años 2011 a 2012. Al respecto, investigan:

- Datos sobre el siniestro indicado.
- Las estrategias empleadas para restaurar la zona.

A partir de esa vinculación, elaboran un proyecto que contenga la siguiente información:

- a) Impacto sobre suelo, agua y aire de la zona.
- b) Descripción de los cambios químicos en la zona post incendio (usando como referencia alteraciones de los ciclos biogeoquímicos).
- c) Estrategias de prevención, mitigación o restauración de la zona afectada, justificando cada acción y sus implicancias éticas y sociales. Deben compartir después su proyecto entre pares.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Argumentan y evalúan alteraciones en sistemas naturales y sus consecuencias sobre los ciclos biogeoquímicos, considerando reacciones y equilibrios químicos involucrados.
- Describen los aportes de la Química en prevenir, mitigar y restaurar sistemas naturales alterados por el ser humano.
- Diseñan proyectos para abordar problemas ambientales locales o globales.

Recursos y sitios web

- Sitio oficial de Greenpeace en Chile:
www.curriculumnacional/link/https://www.greenpeace.org/chile/
- Portal del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA):
www.curriculumnacional/link/http://sinia.mma.gob.cl/#directo
- Página informativa sobre educación ambiental:
www.curriculumnacional/link/http://nuestraesfera.cl/zoom/legislacion-ambiental-en-chile/
- Informe: “Contaminación de suelos en las comunas Quintero y Puchuncaví, Región de Valparaíso”:
www.curriculumnacional/link/http://regionalsantiago.cl/wp-content/uploads/2018/05/Estudio-Suelo-PyQ.pdf
- Informe de Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable:
www.curriculumnacional/link/http://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/10/PNEDS-PDF.pdf
- Sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente:
<https://mma.gob.cl/>
- Educación Ambiental y Participación Ciudadana:
www.curriculumnacional/link/https://educacion.mma.gob.cl/
- División de Cambio Climático:
www.curriculumnacional/link/https://mma.gob.cl/cambio-climatico/
- Tesis: Mitigación del impacto ambiental de la Bahía de Quintero mediante la implementación de un parque eólico *offshore*:
www.curriculumnacional/link/https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/21838/3560902048751UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Actividad 4. Cambios en nuestro entorno

PROPÓSITO

Evaluar el impacto en los ciclos biogeoquímicos, analizando y modelando datos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 4

Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.

OA 6

Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.

OA e

Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

ACTITUDES

Actuar responsablemente al gestionar el tiempo para llevar a cabo eficazmente los proyectos personales, académicos y laborales.

DURACIÓN

6 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Leen el siguiente texto:

Calentamiento y los ciclos biogeoquímicos

SEQUÍA Y CALENTAMIENTO ALTERAN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

El aumento previsto en la aridez del clima supondrá cambios en los ciclos de nutrientes en los ecosistemas mediterráneos. Experimentos en un encinar y un matorral muestran que la sequía puede disminuir la actividad enzimática del suelo y la acumulación de nutrientes en la vegetación, y aumentar el contenido total de fósforo en el suelo. Por tanto, el control biótico de la circulación de nutrientes se debilita y podrían aumentar las pérdidas de nutrientes del ecosistema.

El clima futuro previsto en la región mediterránea, más cálido y más seco, puede comportar cambios en la circulación y retención de los nutrientes en los ecosistemas. La intensificación de la sequía puede moderar la mineralización de la materia orgánica del suelo y reducir el crecimiento y la transpiración de las plantas. Todo esto puede conducir a una disminución de la absorción de nutrientes por parte de las plantas y, en consecuencia, a un aumento de los contenidos de nutrientes en el suelo, con posibles repercusiones en cascada en el funcionamiento del ecosistema.

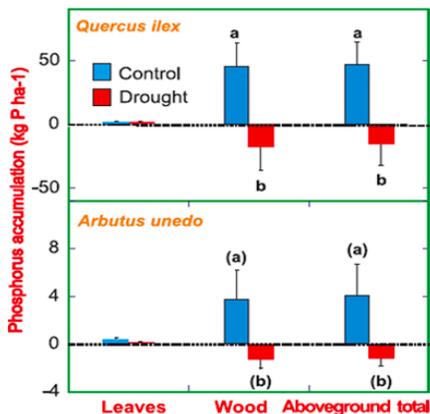
Se ha estudiado los ciclos de los nutrientes en los experimentos de sequía en un encinar de Prades, y de sequía y calentamiento en un matorral del Garraf, comparando las condiciones climáticas actuales con las que se predicen en esta región a mediados de este siglo.

En el encinar de Prades, una reducción experimental del 15%, en promedio, en el contenido de agua del suelo comportó una disminución de entre el 10 y el 80% en la actividad de cuatro enzimas importantes del suelo (proteasa, b glucosidasa, fosfatasa ácida y ureasa). En el matorral del Garraf, la sequía inducida disminuyó la actividad de la fosfatasa de las raíces de *Globularia alypum* alrededor del 25 %. En el suelo de ambos lugares, disminuyeron las concentraciones de las formas disponibles de nutrientes como el fósforo (P), el potasio y el magnesio, pero no las respectivas concentraciones totales en el suelo, que de hecho aumentaron. En las plantas, disminuyeron las concentraciones de algunos nutrientes, principalmente en la madera de las ramas. La acumulación anual en la biomasa aérea se redujo para algunos nutrientes, como el P. Así, la sequía tiende a disminuir la absorción de nutrientes por las plantas y a aumentar las formas no disponibles en el suelo de algunos elementos, lo que podría implicar pérdidas de nutrientes del ecosistema, sobre todo si la sequía se acompaña de lluvias torrenciales episódicas.

En el matorral del Garraf, el calentamiento experimental (1°C de media) tendió a aumentar la actividad enzimática del suelo, sobre todo cuando el contenido hídrico del suelo era alto, cosa que comportó el incremento de las formas disponibles de algunos elementos como el P. De momento, el calentamiento no ha dado lugar a grandes cambios en los contenidos totales de nutrientes en la biomasa aérea, pero sí en el reparto de nutrientes entre hojas y tallos. Asimismo, tanto la sequía como el calentamiento han alterado las proporciones entre los diferentes elementos en los órganos vegetales. Este hecho hace prever cambios en las relaciones planta-herbívoro y en las tasas de descomposición si las condiciones climáticas varían en el sentido previsto.

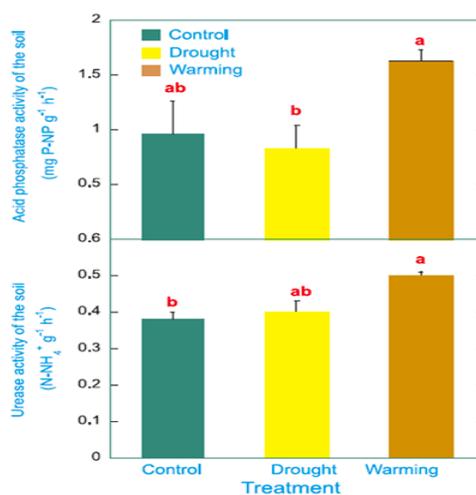
Fuente: www.curriculumnacional/link/https://www.creaf.uab.es/global-ecology/Español/Investigación/2003-2008_07-Sequ%C3%ADa%20y%20Calentamiento.htm

Figura 1: Una sequía experimental



Nota: La sequía experimental reduce la acumulación de fósforo en la madera de ramas de la encina y del madroño durante los 6 primeros años de tratamiento en el encinar de Prades. Los valores negativos pueden obedecer a la mortalidad inducida por la sequía, aunque en general no difieren significativamente de cero.

Figura 2: En el matorral del Garraf



Nota: En el matorral del Garraf, el calentamiento hace aumentar la actividad enzimática del suelo.

Los estudiantes justifican y argumentan las siguientes preguntas:

- Consultan en diversas fuentes y definen los siguientes conceptos: aridez, actividad enzimática, sequía y biomasa (si desconocen otros conceptos del texto, los definen a partir de una fuente de información y diseñan un glosario de términos).
- Considerando la información anterior, esquematizan el impacto del calentamiento y la sequía sobre el ciclo del fósforo, mediante el uso de esquemas y dibujos.
- Explican con al menos 3 fundamentos la relación de impacto sobre los ciclos biogeoquímicos y el fenómeno descrito en el texto.
- Explican las figuras 1 y 2. A partir de sus datos y resultados, elaboran una hipótesis predictiva vinculada con las variables propuestas. Comparan las hipótesis y proponen un método.

Produciendo textos

Para la siguiente actividad, deben leer el documento “Estudios de caso: Cambio climático y Patrimonio Mundial” (Unesco) que contiene varios estudios monográficos de diferentes puntos del planeta. Disponible en el siguiente enlace:

www.curriculumnacional/link/https://whc.unesco.org/document/102380

- Seleccionan uno de los casos presentados y diseñan un póster para presentar datos y resultados, utilizando tablas y organizadores gráficos.
- En trabajo colaborativo, organizan una propuesta experimental para uno de los casos expuestos. Basados en el caso estudiado, demuestran el impacto del daño ambiental empíricamente y a escala, y elaboran proyecciones en zonas similares y otras áreas de la biósfera.
- A partir de uno de los casos expuestos, crean una imagen que represente la urgencia de mitigar y prevenir el daño ambiental (pueden usar una técnica libre o guiada por el docente de Artes y/o Educación Tecnológica).

Observaciones al docente:

Para esta actividad, es vital promover las habilidades de pensamiento científico para que puedan desarrollar la argumentación basada en resultados y, además, la secuencia de investigación en ciencias como una forma de entender su naturaleza.

Se aconseja trabajar junto con el encargado de enlaces para diseñar los recursos web; si se prefiere emplear técnicas gráficas u otras, conectarse con las asignaturas de Artes y/o Educación Tecnológica.

A partir del modelo de presentación de casos, en equipos de trabajo los estudiantes elaboran un artículo científico para exponer un tema de contingencia nacional, como la contaminación en la zona de Quintero, derrames de combustible al mar o la actividad e impacto de la minería, por citar algunos. Deben considerar lo siguiente:

- a) Presentar el artículo en formato *paper*.
- b) Mostrar datos y resultados en tablas y gráficos.
- c) Exponer el tema para realizar una retroalimentación entre pares, con el fin de elaborar un artículo noticioso de divulgación local (periódico escolar, diario mural, blog u otros).

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Argumentan la necesidad de prevenir, mitigar y restaurar sistemas naturales y su relación con el cambio climático.
- Argumentan las implicancias sociales y éticas de fenómenos locales o globales que involucran alteraciones de los ciclos biogeoquímicos y equilibrios químicos, y proponen soluciones y explicaciones orientadas al desarrollo sustentable.

Recursos y sitios web



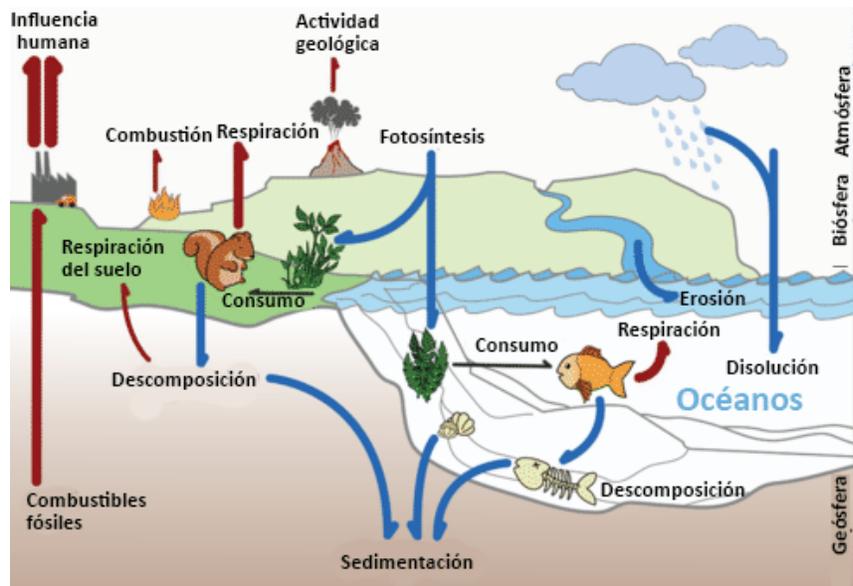
- Cambio climático: los 6 gráficos que muestran el estado actual del calentamiento global, artículo publicado en la página oficial de la BBC News: www.curriculumnacional/link/https://www.bbc.com/mundo/noticias-46426822
- Noticias – Cambio Climático Chile – Terram. Fundación Terram publica su documento emblemático anual que, desde 2002, analiza el acontecer nacional ambiental en profundidad: www.curriculumnacional/link/https://www.cambioclimaticochile.cl/category/noticias/
- Página oficial de la Corporación Nacional Forestal (Conaf), entidad de derecho privado dependiente del Ministerio de Agricultura, cuya principal tarea es administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector: [www.curriculumnacional/link/http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/cambio-climatico/](http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/cambio-climatico/)

Actividad de Evaluación: Ciclos biogeoquímicos: el caso del carbono

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE EVALUACIÓN
<p>OA 4. Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sustentable.</p> <p>OA 6. Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.</p> <p>OA a. Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.</p> <p>OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.</p>	<p>Argumentan y evalúan alteraciones en sistemas naturales y sus consecuencias sobre los ciclos biogeoquímicos, considerando reacciones y equilibrios químicos involucrados.</p> <p>Elaboran preguntas de investigación a partir de observaciones sobre fenómenos de equilibrio químico y ciclos biogeoquímicos.</p> <p>Proponen modelos que permitan explicar fenómenos relacionados con efectos y consecuencias de la actividad humana y el cambio climático, sobre ciclos biogeoquímicos.</p> <p>Argumentan las implicancias sociales y éticas de fenómenos locales o globales que involucran alteraciones de los ciclos biogeoquímicos y equilibrios químicos, y proponen soluciones y explicaciones orientadas al desarrollo sustentable.</p>
<p>DURACIÓN 10 horas pedagógicas</p>	

Describiendo el ciclo biogeoquímico del carbono

Imagen 1: Ciclo del carbono



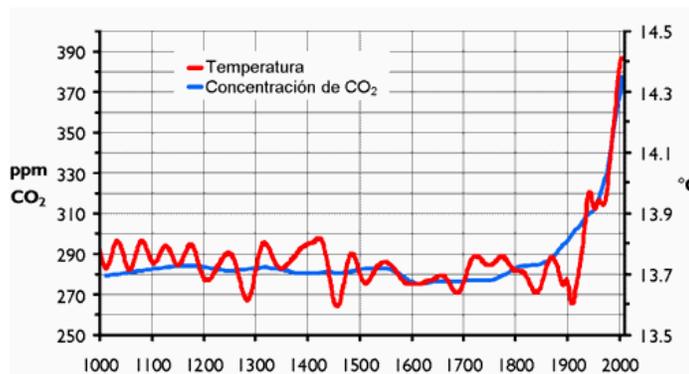
Fuente: CK-12 Foundation (2018). Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://www.ck12.org/book/CK-12-Conceptos-Biolog%C3%ADa/section/6.6/](https://www.ck12.org/book/CK-12-Conceptos-Biolog%C3%ADa/section/6.6/)

Explorando el ciclo de carbono

- Plantean una reacción química involucrada en el ciclo del carbono.
- Elaboran un ensayo en donde responden una pregunta que formulen respecto del CO₂ y su relación con el ambiente. Incorporan los fenómenos naturales en los cuales se puede determinar la presencia del CO₂, tanto en forma beneficiosa como perjudicial.
- Proponen argumentos para explicar las consecuencias de hacer una tala de árboles indiscriminada que disminuye considerablemente la cantidad de árboles en el planeta, y su relación con el ciclo de carbono. Consideran implicancias éticas, sociales y ambientales.

Interpretan información a partir de gráficos

Gráfico 1: Concentraciones anuales promedio de CO₂ atmosférico y temperatura promedio en el planeta



- Explican la relación entre las variables graficadas.
- Elaboran preguntas que se puede investigar a partir del gráfico presentado.
- Analizan la siguiente frase y explican cómo sería el gráfico anterior si no hubiese océanos en nuestro planeta: “Alrededor de un tercio del dióxido de carbono (CO_2) liberado por la quema de combustibles fósiles termina en el océano” (cita: Investigación y Ciencia, mayo 2006).
- Seleccionan un componente de la naturaleza (suelos, océanos, aguas dulces o atmósfera) y analizan los efectos del CO_2 sobre los equilibrios químicos que existen en dicho componente, en el bienestar de las personas y en la biodiversidad actual, y su relación con la posibilidad de desarrollo sustentable.
- Establecen la relación de la Química con otras ciencias para comprender el problema del CO_2 y sus consecuencias en el equilibrio de procesos atmosféricos y marinos.
- Diseñan un modelo o maqueta para explicar alguna de las alteraciones que provoca la actividad humana en alguno de los ciclos biogeoquímicos presentes en la naturaleza. Debe incluir:
 - a. Identificación de las fases del ciclo trabajado.
 - b. Alteraciones en el ciclo debidas a la actividad humana.
 - c. Consecuencias sobre la naturaleza de la alteración del ciclo.
 - d. Propuesta y evaluación de una estrategia de prevención y mitigación para abordar la alteración del ciclo y estrategias de restauración de los efectos ecológicos causados, considerando alcances éticos, sociales y ambientales.
 - e. Argumentos sobre la necesidad de integrar las ciencias químicas con otras ciencias para dar soluciones integrales a la alteración del ciclo seleccionado.

Proyecto interdisciplinario

Manual de orientación

¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos?

El Aprendizaje Basado en Proyectos se define como una propuesta de enseñanza que se organiza en torno a un problema o necesidad que se puede resolver, aplicando diferentes perspectivas y áreas del conocimiento. Para encontrar la solución, los estudiantes movilizarán conocimientos, habilidades y actitudes durante todo el proceso hasta llegar a una solución que se expresa en un producto. Los proyectos surgen desde sus propias inquietudes e intereses, potenciando así su motivación por aprender y su compromiso frente al propio aprendizaje.

¿Por qué fomenta el trabajo interdisciplinario?

La complejidad de un problema real o necesidad es la razón que justifica la participación y conexión de distintos saberes y disciplinas. Por ejemplo, los proyectos STEM se desarrollan sobre problemas o necesidades que vinculan ciencia, tecnología, matemática e ingeniería para su solución.

¿Cómo se relaciona con las Habilidades para el siglo XXI?

La metodología de proyecto permite que los estudiantes potencien estas habilidades y actitudes, ya que, por ejemplo, su procedimiento los organiza para que busquen juntos una solución, los desafía para que flexiblemente encuentren una respuesta nueva al problema y para que reflexionen con otros desde diferentes perspectivas, generando así el trabajo colaborativo, la comunicación y el pensamiento crítico y creativo.

¿Cuáles son los elementos del Aprendizaje Basado en Proyectos?

Pregunta o problema central

Los problemas que se aborda en un proyecto se vinculan con situaciones reales y significativas para los estudiantes. Se relacionan con sus inquietudes e intereses y los motivan a explorar y participar activamente en la búsqueda responsable de una solución.

Indagación sostenida

Cuando se enfrentan a un problema desafiante, comienza el proceso de búsqueda para construir soluciones. Durante este proceso, los alumnos hacen nuevas preguntas, utilizan recursos y profundizan los conocimientos.

Autenticidad

Los proyectos tienen un contexto auténtico. Por ejemplo: los estudiantes resuelven problemas que enfrentan las personas fuera de la escuela, pero también pueden centrarse en problemas auténticos dentro de ella. Los proyectos pueden tener un impacto real en los demás, como cuando los alumnos atienden una necesidad en su escuela o comunidad (por ejemplo: diseñar y construir un huerto escolar, mejorar un parque comunitario, ayudar a los inmigrantes locales); también pueden crear algo que otras personas usarán o experimentarán. Un proyecto puede tener autenticidad personal si refleja las preocupaciones, los intereses, las culturas, las identidades y los problemas de los estudiantes en sus vidas.

Voz y elección del estudiante

Los alumnos deben sentir que pueden participar activamente, tomar decisiones, expresar sus puntos de vista, proponer soluciones durante el trabajo en equipo y expresarse por medio de los productos que crean. Participan activamente en un proyecto, desde el momento en que identifican el problema hasta que divulgan el producto; así fortalecen su compromiso y motivación con el propio aprendizaje.

Metacognición

A lo largo de un proyecto los estudiantes –junto con el docente– deben reflexionar sobre lo que están aprendiendo, cómo están aprendiendo y por qué están aprendiendo. La reflexión puede ocurrir de manera informal, como parte de la cultura y el diálogo en el aula, pero también debe ser una parte explícita de los diarios del proyecto, la evaluación formativa programada, las discusiones en los puntos de control del proyecto y las presentaciones públicas de su trabajo. La reflexión sobre el proyecto en sí, cómo se diseñó e implementó, los ayuda a decidir cómo podrían abordar su próximo proyecto y a mejorar la forma de aplicar esta metodología.

Crítica y revisión

Los estudiantes deben estar abiertos a dar y recibir comentarios constructivos acerca del trabajo propio y el de sus compañeros, lo que permite mejorar los procesos y productos del proyecto. Idealmente, tiene que hacerlo según protocolos formales y con el apoyo de rúbricas. Los invitados o expertos externos también pueden ayudar, brindando un punto de vista auténtico y real. La crítica y revisión del trabajo propio permite a los alumnos evaluar los resultados de su aprendizaje, fortaleciendo la evaluación formativa.

Producto público

A diferencia de otras metodologías, en el Aprendizaje Basado en Proyectos la respuesta o solución a la pregunta o problema se expresa en un "producto", que puede ser un artefacto tangible, multimedial o digital, una presentación sobre la solución a un problema, un desempeño o evento, entre otras opciones. Al finalizar el proyecto, los estudiantes tienen que poder presentarlo públicamente; eso aumenta su motivación, ya que no se reduce a un intercambio privado entre profesor y alumno. Esto tiene un impacto en el aula y en la cultura escolar, pues ayuda a crear una "comunidad de aprendizaje", en la cual los estudiantes y los maestros discuten lo que se está aprendiendo, cómo se aprende, cuáles son los estándares de desempeño aceptables y cómo se puede mejorar el desempeño de los alumnos. Finalmente, hacer que el trabajo de los alumnos sea público es una forma efectiva de comunicarse con los pares y los miembros de la comunidad.

¿Qué debo considerar antes de la ejecución de un proyecto?

- Incorporar en la planificación anual de la asignatura una o más experiencias de proyectos, tomando en cuenta el tiempo semanal de la misma.
- Si la asignatura es de 2 horas a la semana, se recomienda incorporar un proyecto acotado o abordar toda una unidad de aprendizaje mediante esta metodología.
- Si la asignatura es de 6 horas semanales, se recomienda destinar un tiempo fijo a la semana (por ejemplo, 2 horas) para el proyecto.
- La planificación anual también debe incorporar la exhibición pública de los proyectos. Se recomienda que sea una instancia en que se invite a los padres, familias, expertos y otros miembros de la comunidad (se sugiere solicitar a la dirección del establecimiento que reserve un día para llevar a cabo la actividad).
- Identificar en los Objetivos de Aprendizaje, tópicos, necesidades o problemas que se pueda abordar interdisciplinariamente con dos o más asignaturas.

- Si el proyecto involucra a dos o más asignaturas, los profesores deben planificarlo juntos y solicitar un tiempo adecuado para ello a su jefe técnico o al director.
- Una vez hecha esta planificación e iniciado el año escolar, se debe explicar a los estudiantes en qué consiste esta metodología, exponerles los tópicos que se identificó en las Bases Curriculares y pedirles que, a partir de ello, propongan problemas o preguntas que se puede resolver o responder mediante un proyecto.
- El Aprendizaje Basado en Proyectos requiere de un trabajo grupal y colaborativo. Cada integrante del grupo debe asumir un rol específico, el cual puede ir rotando durante la ejecución del proyecto.

¿Cómo se organiza y ejecuta el proyecto?

Para organizar el proyecto, se presenta una ficha con diferentes componentes que ayudarán a ejecutarlo. A continuación, se explica cada uno de esos componentes.

Resumen del proyecto

Síntesis del tema general, el propósito y el resultado esperado del proyecto.

Nombre del proyecto

Se recomienda incluir un subtítulo que evidencie el tema o el contenido que se trabaja en el proyecto.

Problema central

En esta sección, se expone un párrafo de la pregunta o problema que se quiere resolver por medio del proyecto. Se recomienda explicar cuál es el tema que se va a resolver y por qué el proyecto puede hacerlo o desarrollar reflexiones profundas en los alumnos.

Propósito

Se explica el objetivo general y específico del proyecto.

Objetivos de Aprendizaje de Habilidades y Conocimientos

En esta sección, se explica cuáles son los Objetivos de Aprendizaje de la asignatura que se desarrollará en el proyecto. Se espera que sean interdisciplinarios, por lo que se recomienda incorporar los OA de las otras asignaturas involucradas.

Tipo de Proyecto Interdisciplinario

Es importante aclarar qué aspectos de las distintas disciplinas se aplicará en el proyecto. Esta sección busca que el docente exponga y explique tales relaciones de manera que sea más fácil guiar el trabajo interdisciplinario. Para esto, conviene que se coordine con los profesores de las otras áreas disciplinares.

Producto

Todo proyecto debe tener como resultado un producto; es decir, algún objeto, aparato, informe, estudio, ensayo, disertación oral, escrita, visual, audiovisual o multivisual para que los estudiantes divulguen el trabajo realizado.

Habilidades y actitudes para el siglo XXI

Es importante que el docente resalte que esta metodología pretende que los alumnos desarrollen habilidades y actitudes del siglo XXI, que son transversales a todas las áreas del currículum. Esto permite que profesores y alumnos sean conscientes de que ellas van más allá de los conocimientos y habilidades disciplinares.

Recursos

Se tiene que describir los componentes, insumos de trabajo, bibliografía o elementos fundamentales para el proyecto.

Etapas

Hay que planificar el proyecto según fases de trabajo, considerando el tiempo destinado al mismo en la planificación anual.

Cronograma semanal

Es importante planificar el avance del proyecto clase a clase; en una sola se puede desarrollar más de una etapa, o una etapa puede durar más de una clase. Lo importante es que la planificación sea clara y ordenada para que profesor y alumnos trabajen de la manera más regular posible, considerando los avances u obstáculos que puedan encontrar en el desarrollo del proyecto.

Evaluación formativa y sumativa

En esta sección, el docente tiene que especificar con qué criterios se evaluará el proyecto y qué instrumentos se aplicará, tanto en la dimensión formativa como en la sumativa. Es importante recordar que la retroalimentación es un componente esencial del proyecto, por lo que profesor debe señalar cómo llevará a cabo dicho proceso.

Difusión final

Dependiendo del objetivo del proyecto, se sugiere que cuando lo terminen, los alumnos dediquen algún tiempo para difundirlo a la comunidad escolar.

Proyecto: Pulmones verdes al rescate

Resumen del Proyecto

El proyecto **Pulmones verdes al rescate** se basa en la necesidad de entregar una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), pues empodera a las personas para que cambien su manera de pensar y trabajar hacia un futuro sostenible.

La UNESCO hizo una declaración explícita que afirma que los países reconocen cada vez más que la EDS es un elemento integral de la educación de calidad y una facilitadora clave del desarrollo sostenible. Ese tipo de educación se incluyó en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que adoptó la comunidad mundial para los próximos 15 años. De hecho, la meta 4.7 del ODS 4 sobre la educación aborda la EDS y los enfoques relacionados, como la Educación para la Ciudadanía Global (Se recomienda leer el segundo compendio de buenas prácticas, de 2009, recuperado de www.curriculumnacional/link/http://www.unesco.org/education/buenaspracticas.pdf).

En Chile se ha impulsado diversos programas que fomentan la forestación, el cultivo de plantas y el auto-cultivo de frutas y verduras, debido a que se necesita crear espacios verdes efectivos y una cultura de sostenibilidad frente al consumo y demanda de recursos. Una de esas iniciativas es el Programa de Arborización de la CONAF (www.curriculumnacional/link/http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/arborizacion/).

Con estos antecedentes, se busca que los estudiantes profundicen y apliquen sus saberes, habilidades y actitudes con medidas para promover los espacios verdes, de acuerdo a sus propios contextos socioculturales y geográficos. Para ello, tienen que emplear fundamentos científicos y tecnológicos de control, con ingenio para crear soluciones sostenibles (soluciones ingenieriles).

Nombre del proyecto

Pulmones verdes al rescate
Aportando a un país más verde

Problema central

¿Cómo promover e implementar iniciativas sostenibles y controladas de fomento de espacios verdes para consumo y sostenibilidad ambiental?

A raíz de la avanzada urbanización en Chile, la falta de tiempo efectivo en una sociedad de consumo rápido y el creciente problema de desertificación, han disminuido mucho las zonas de encuentro verde, la plantación de huertos, el fomento del auto-cultivo de productos y su cuidado. Esto exige crear iniciativas que impulsen ese tipo de proyectos a escala local, junto con una educación sostenible y de protección del medioambiente.

Aunque hay diversas iniciativas privadas y públicas al respecto, es imprescindible educar la conciencia verde de la comunidad escolar como plataforma educativa de una comunidad completa.

Así, si una promoción se compromete a calcular los recursos que necesitaría para generar soluciones ingeniosas de control que se adecuen al espacio físico, se puede generar pulmones verdes de acuerdo al contexto local y con ayuda de la tecnología.

La meta de este proyecto es diseñar sistemas verdes (árboles, plantas, cultivos de diversos tipos, entre otros) adaptados a la realidad contextual de cada comunidad y empleando medios de control tecnológicos creados por ellos mismos.

Propósito

El propósito es que –en el ámbito de la educación sostenible– los estudiantes usen sus actitudes, conocimientos y habilidades para crear diseños destinados a implementar recursos vegetales en Chile, según las variables propias de su contexto (clima, geografía y disposición de espacio, entre otras). Para ello, deben aplicar ciencia, tecnología e ingenio.

Objetivos de Aprendizaje

Química. OA Conocimiento y comprensión

OA 4. Explicar efectos del cambio climático sobre los ciclos biogeoquímicos y los equilibrios químicos que ocurren en los océanos, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos, así como sus consecuencias sobre el bienestar de las personas y el desarrollo sostenible.

OA 6. Evaluar la contribución de la química y sus aplicaciones tecnológicas en el entendimiento, la prevención y mitigación de efectos derivados del cambio climático y la restauración de los sistemas naturales afectados.

Ciencias. OA Habilidades

OA c Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OA f Desarrollar y usar modelos basados en evidencias para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

Educación tecnológica. OA Conocimiento y comprensión

TE2M OA 03. Evaluar las propuestas de soluciones que apunten a resolver necesidades de reducción de efectos perjudiciales relacionados con el uso de recursos energéticos y materiales considerando aspectos o dilemas éticos, legales, económicos, ambientales y sociales.

Pregunta

- ¿Cómo fomentar el aumento de la vegetación en Chile para ayudar a mitigar el cambio climático?
- ¿Cómo se relacionan los recursos vegetales con el ambiente?
- ¿Cómo decidir qué especies vegetales recuperar o usar para un uso sostenible?
- ¿Cuáles son las posibles variables de control para manejar el recurso que se quiere promover, mediante dispositivos tecnológicos de control?
- ¿Cómo podemos controlar las variables usadas para optimizar el proceso?
- ¿Qué ventajas y limitaciones puede presentar este proyecto?

Matemáticas**OA Conocimiento y comprensión**

OA3 Aplicar modelos matemáticos que describen fenómenos de situaciones de crecimiento y decrecimiento, que involucran las funciones exponencial y logarítmica de forma manuscrita, con uso de herramientas tecnológicas y promoviendo la búsqueda, selección, contrastación y verificación de información en ambientes digitales y redes sociales.

OA Habilidades

OA a Construir y evaluar estrategias de manera colaborativa al resolver problemas no rutinarios.

OA e Construir modelos realizando conexiones entre variables para predecir posibles escenarios de solución a un problema y tomar decisiones fundamentadas.

Tipo de Proyecto Interdisciplinario STEM

- Matemática
- Ciencias
- Tecnología

Producto

Diseñar dispositivos tecnológicos para incorporar recursos vegetales de Chile en contextos locales, analizando cómo hacerlo con estrategias sostenibles.

Habilidades y actitudes para el Siglo XXI

Pensamiento Crítico

Pensamiento Creativo

Trabajo Colaborativo

Recursos

1. Para diseños concretos, se sugiere que empleen materiales que se pueda reutilizar; por ejemplo: neumáticos viejos, botellas plásticas y otros, dependiendo del diseño (madera y clavos para fabricar maceteros, huertas, etc.). Deben analizar el contexto del recurso vegetal que quieran promover.

2. Para modelos abstractos (diseño de plantillas de control), se requiere programas digitales; por ejemplo: plantillas Excel para el control de variables como crecimiento, cantidad de agua usada, valores de pH, entre otros factores.
3. Dispositivos adicionales: para controlar variables anexas como pH, calidad del suelo o granulometría, se puede necesitar dispositivos extra en el montaje tecnológico o para la conservación del recurso vegetal (por ejemplo: si es un cultivo de lechugas o similar y se desea controlar el goteo de agua, necesitarán hacer un sensor o cuentagotas).

Etapas

- Fase 1: Comprender el problema. Ayudar a los estudiantes, mediante preguntas y actividades, a indagar sobre:
 - Tipos de recursos vegetales a trabajar; es decir, seleccionar las plantas, árboles u otros en función de las variables clima, cuidados y factibilidad.
 - Estudio de factibilidad espacial; es decir, decidir en qué espacio trabajarán y si está dentro o fuera de la escuela (dependiendo del contexto).
 - Recursos materiales disponibles, lo que implica mapear los elementos apropiados para el dispositivo, ya sea invernadero, huerta o cultivo hidropónico, entre otros.
 - Determinar las variables de optimización, fijando qué recursos monitorearán para que el proyecto sea sostenible (pH, suelos, minerales, otros elementos).
- Fase 2: Construir los dispositivos: una vez que decidan qué recurso quieren fomentar, comienzan a elaborar los elementos que incluye el diseño, usando modelos (planos u otros).
- Fase 3: Hacer un muestreo inicial de variables y control de los dispositivos: revisan cómo se controlarán las variables y si necesitan otros dispositivos tecnológicos para este objetivo (como sensores) para que después puedan graficar y controlar la efectividad del diseño por medio de planillas.
- Fase 4: Informe de impacto: presentarán los avances, logros y limitaciones del diseño realizado y se analizará cómo puede masificarse.
- Fase 5: Presentan los resultados obtenidos, usando ambientes tecnológicos, para compartirlos con la comunidad escolar y otros actores, de acuerdo a la disposición y el contexto.

Cronograma semanal

Semana 1 (Fase 1)

- Obtener la información necesaria para decidir qué recursos vegetales usarán y empezar a plantarlos.
- Guiar a los estudiantes con preguntas y actividades de descubrimiento para que hagan un análisis de factibilidad según las variables clima, recursos hídricos, espacios a utilizar y recursos materiales con los que se cuenta.
- Determinar la ejecución del trabajo: establecer roles y tareas para cada integrante.

Semana 2 (Fase 2)

- Construir el modelo y dibujar los planos para establecer un catastro inicial de recursos disponibles y cuáles deben obtener.

Semanas 3-4 (Fase 3)

- Determinar que sensores o dispositivos de control necesitan y comenzar a construirlos.

Semanas 5-7 (Fase 4)

- Muestreo inicial de datos para elaborar el informe.

Semana 8 (Fase 5)

- Compartir los resultados en diversos entornos y redes.

Evaluación Formativa

Desarrollo de rúbricas para trabajo colaborativo y diseño de proyectos.

Evaluación Sumativa

Exposición del proyecto.

Difusión Final

Difundir los avances, limitaciones y proyecciones del trabajo por medio de entornos tecnológicos y sociales, y mediante la exposición de resultados.

Evaluación

Se sugiere usar rúbricas y criterios relacionados con habilidades del siglo XXI de pensamiento creativo e innovación, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, como también de diseño del proyecto y la presentación del trabajo (ver Anexo 2).

Bibliografía

Blog con información y métodos para sembrar una gran variedad de plantas:

www.curriculumnacional/link/https://comosembrar.org/

Tutorial para hacer huertas:

www.curriculumnacional/link/https://www.youtube.com/watch?v=61uSqNHBBhs

Sistema web de bajo costo para monitorear y controlar un invernadero agrícola: *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol.25 N°4, 2017, pp.599-618

www.curriculumnacional/link/https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n4/0718-3305-ingeniare-25-04-00599.pdf

Blog que describe cómo se hace un huerto escolar:

www.curriculumnacional/link/https://huertoescolar2.blogspot.com/2008/09/inicio-huerto-escolar.html

Bibliografía

- Atkins, P. y Jones, L. (2012). *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. (5ª edición). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Brown T.L. et al (2014). *Química la Ciencia Central*. (12ª edición). Ciudad de México: Pearson.
- Casero, E. (2014). *El nanomundo en tus manos*. Madrid: Crítica.
- Chalmers, F. et al. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Barcelona: Siglo XXI.
- Chang, Raymond (2016). *Química*. 12ª edición. México: Mc Graw Hill.
- Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (2010). *Nanociencia y nanotecnología*. Madrid: Madridcolor.
- Harlen, W. (2013). *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica*. Trieste: Global Network of Academies, Science Education Programme.

Didáctica y Enseñanza de las Ciencias

- Carrascosa, J. et al. (2016). Curso básico de didáctica de las ciencias enseñanza secundaria, profesorado de Ciencias en formación y en activo. *Revista científica, Universidad de Alicante*. España.
- Erduran, S. y Duschl, R. (2004). *Interdisciplinary characterizations of models and the nature of chemical knowledge in the classroom*. *Studies in Science Education*, 40, pp. 111-144.
- Gómez, A., Quintanilla, M. (2015). *La Enseñanza de las Ciencias Naturales basada en Proyectos*. Bellaterra: Santiago.
- Labarrere, A., Quintanilla, M. (2001). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Revista Pensamiento Educativo, PUC.*, 30, pp. 121-138.
- López, V., Cousó, D., Simarro, C. (2018). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de Educación a Distancia*.
- Meinardi, E. (2010). *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós.
- Taber, K. (2017). "Models and modelling in science and science education". In Taber, K. & Akpan, B. *New directions in mathematics and science education*. Rotterdam: Sense Publishers.

Naturaleza de las Ciencias

- Acevedo-Díaz, J. et al (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista científica*, 30(3), 155-166.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en las ciencias naturales*. Buenos Aires: FCE.
- Chalmers, A. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (4ª edición). España: Siglo XXI.
- Feyerabend, P. (2013). *Filosofía natural*. Buenos Aires: Debate.

- Forato, T., Martins, R. y Pietrocola, M. (2011). Historiografía e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59.
- Maudin, T. (2014) *Filosofía de la física. I. El espacio y el tiempo*. México: FCE.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Quintanilla, M., Daza, S., Cabrera, H. (2014). *Historia y Filosofía de la Ciencia. Aportes para una "nueva aula de ciencias promotora de ciudadanía y valores"*. Santiago: Bellaterra.

Anexos

Anexo 1. Tabla de representación de las Grandes Ideas de la ciencia y acerca de la ciencia en módulos y asignaturas de Ciencias.

Grandes Ideas	Ciencias para la ciudadanía				Biología de los ecosistemas	Biología celular y molecular	Ciencias de la salud	Física	Química
	Bienestar y salud	Seguridad: prevención y autocuidado	Ambiente y sostenibilidad	Tecnología y sociedad					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Grandes Ideas de la Ciencia

GI.1 Los organismos tienen estructuras y realizan procesos para satisfacer sus necesidades y responder al medioambiente.

GI.2 Los organismos necesitan energía y materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que interactúan con otros organismos en un ecosistema.

GI.3 La información genética se transmite de una generación de organismos a la siguiente.

GI.4 La evolución es la causa de la diversidad de los organismos vivos y extintos.

GI.5 Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas.

GI.6 La cantidad de energía en el Universo permanece constante.

GI.7 El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa.

GI.8 Tanto la composición de la Tierra como su atmósfera cambian a través del tiempo y tienen las condiciones necesarias para la vida.

Grandes Ideas acerca de la Ciencia

GI.9 La ciencia supone que por cada efecto hay una o más causas.

GI.10 Las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.

GI.11 Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

GI.12 El conocimiento producido por la ciencia se utiliza en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.

Anexo 2. Rúbricas para la evaluación del proyecto

RÚBRICA PARA EL TRABAJO COLABORATIVO

El proyecto tiene uno o más de los siguientes problemas en cada área

El proyecto incluye algunas características del proyecto efectivo, pero presenta algunas debilidades

El proyecto tiene las siguientes fortalezas

Desempeño individual	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p>1</p> <p>Se hace responsable de sí mismo</p>	<ul style="list-style-type: none"> No demuestra preparación, información y disposición para trabajar en equipo. No usa las herramientas tecnológicas acordadas con el equipo para comunicar y gestionar las tareas de proyecto. No hace la mayoría de las tareas del proyecto o no las completa a tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> En general demuestra preparación, información y disposición para trabajar con el equipo. Usa las herramientas tecnológicas acordadas con el equipo para comunicar y gestionar las tareas del proyecto, pero de manera consistente. Realiza algunas tareas pero necesita que se le recuerde al respecto. Completa la mayoría de las tareas a tiempo. A veces usa retroalimentación de los otros para mejorar su trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Demuestra preparación, información y disposición para trabajar; estando bien informado acerca del tema del proyecto y cita y usa la evidencia para investigar y reflexionar acerca de ideas con el equipo. Usa sistemáticamente las herramientas tecnológicas acordadas con el equipo para comunicar y gestionar las tareas del proyecto. Realiza las tareas sin que se le tenga que recordar al respecto. Completa la totalidad de las tareas a tiempo. Usa la retroalimentación de los otros para mejorar su trabajo.
<p>2</p> <p>Ayuda al equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> No ayuda al equipo a resolver problemas; puede generar problemas. No hace preguntas de sondeo ni expresa ideas o elabora en respuesta a preguntas y discusiones. No da retroalimentación útil a los otros. No ofrece ayudar a los otros si estos lo necesitan. 	<ul style="list-style-type: none"> Coopera con el equipo, pero puede no ser activo en la ayuda para solucionar problemas. A veces expresa sus ideas claramente, hace preguntas de sondeo y elabora en respuesta a preguntas y discusiones. Da retroalimentación a otros, pero esto no es siempre útil. A veces ofrece ayudar a los otros si estos lo necesitan. 	<ul style="list-style-type: none"> Ayuda al equipo a resolver problemas y manejar los conflictos. Ayuda a la generación de discusiones efectivas al expresar sus ideas claramente, hacer preguntas de sondeo, asegurarse que todos sean escuchados y al responder de manera reflexiva ante nueva información y perspectivas. Da retroalimentación efectiva (específica, factible y apoyadora) a los otros para que puedan mejorar su trabajo. Ofrece ayuda a los otros si es que los necesitan.
<p>3</p> <p>Respeto a otros</p>	<ul style="list-style-type: none"> Es irrespetuoso o poco amable con sus compañeros de equipo (puede interrumpir, ignorar las ideas de los otros o herir sentimientos) No reconoce o respeta otras posturas. 	<ul style="list-style-type: none"> En general, es educado y amable con sus compañeros de equipo. En general, reconoce y respeta las posturas de los otros y al estar en desacuerdo, lo expresa de forma diplomática. 	<ul style="list-style-type: none"> Es educado y amable con sus compañeros de equipo. Reconoce y respeta las posturas de los otros y al estar en desacuerdo, lo expresa de forma diplomática.

RÚBRICA PARA EL PENSAMIENTO CRÍTICO

El proyecto tiene uno o más de los siguientes problemas en cada área

El proyecto incluye algunas características del proyecto efectivo, pero presenta algunas debilidades

El proyecto tiene las siguientes fortalezas

Oportunidad de pensamiento crítico en las fases del proyecto	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p>1</p> <p>Lanzamiento del proyecto.</p> <p>Analiza la pregunta clave e inicia la indagación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Solo ve los aspectos superficiales de la pregunta clave o solo un punto de vista de la misma. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica algunos aspectos centrales de la pregunta clave, pero puede no ver sus complejidades ni considerar variados puntos de vista. Realiza preguntas complementarias acerca del tema o acerca de lo que la audiencia o usuarios del producto quieren o necesitan, pero no indaga lo suficiente en ello. 	<ul style="list-style-type: none"> Demuestra comprensión acerca de los aspectos centrales de la pregunta clave, identificando en detalle lo que se necesita saber para responderla y considerando varios posibles puntos de vista para responderla. Realiza preguntas complementarias que permiten enfocar o ampliar la indagación, si es que se necesita. Hace preguntas complementarias para lograr la comprensión acerca de lo que la audiencia o usuarios del producto quieren o necesitan.
<p>2</p> <p>Construcción de conocimiento, comprensión y habilidades.</p> <p>Recopilar y evaluar información.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Es incapaz de integrar la información para responder la pregunta clave; recopila muy poca o demasiada información y esta es irrelevante o viene de muy pocas fuentes. Acepta la información sin cuestionar su validez ni evaluar su calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Intenta integrar la información para responder la pregunta clave; pero puede ser muy poca o demasiada información y/o viene de muy pocas fuentes o de algunas irrelevantes. Comprende que la calidad de la información debe ser considerada pero no aplica este criterio de manera rigurosa. 	<ul style="list-style-type: none"> Integra suficiente información relevante para responder la pregunta clave. Esta información proviene de múltiples y variadas fuentes. Evalúa de manera rigurosa la calidad de la información (considera su utilidad, precisión y credibilidad; distingue los hechos de las opiniones; reconoce el sesgo).

Oportunidad de pensamiento crítico en las fases del proyecto	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p style="text-align: center;">3</p> <p>Desarrollo y revisión de ideas y productos.</p> <p>Uso de evidencia y sus normas de evaluación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acepta argumentos para la obtención de posibles respuestas a la pregunta clave sin cuestionar si su razonamiento es válido. • Usa la evidencia sin considerar cuán sólida esta es. • Confía en "su instinto" para evaluar y revisar las ideas, prototipos de productos o soluciones a los problemas (no usa las normas de evaluación). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce la importancia y necesidad de un razonamiento válido y evidencia sólida, pero no los evalúa de forma cuidadosa al formular respuestas a la pregunta clave. • Evalúa y revisa ideas, prototipos de producto, soluciones a los problemas, basándose en normas incompletas o inválidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa argumentos para la obtención de posibles respuestas a la pregunta clave considerando si es que el razonamiento es válido y la evidencia es relevante y suficiente. • Justifica la elección de los criterios usados para evaluar las ideas, prototipos de productos o soluciones a los problemas. • Revisa los borradores, diseños y soluciones inadecuadas y explica por qué no se ajustan a las normas.
<p style="text-align: center;">4</p> <p>Presentación de productos y la respuesta a la pregunta clave.</p> <p>Justifica sus elecciones, considera alternativas y sus implicancias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elige un medio para presentar sin considerar las ventajas y desventajas de usar otros medios para presentar un tema o idea en particular. • No es capaz de dar razones válidas o evidencia adecuada para defender elecciones con el fin de responder la pregunta central o crear productos. • No considera ni respuestas alternativas, ni distintos diseños del producto o diferentes puntos de vista para responder a la pregunta clave. • No es capaz de explicar el nuevo conocimiento ganado a través de la realización del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considera las ventajas y desventajas de usar diferentes medios para presentar un tema o idea en particular, pero no de forma rigurosa. • Explica opciones tomadas al responder la Pregunta clave o la creación de productos, pero algunas razones no son válidas o carecen de evidencia que las apoye. • Entiende que puede haber alternativas de respuestas a la pregunta de manejo o diseños para productos, pero no los considera cuidadosamente. • Puede explicar algunas cosas aprendidas en el proyecto, pero no está del todo claro acerca de nuevos conceptos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa las ventajas y desventajas de usar otros medios para presentar un tema o idea. • Justifica sus elecciones al responder la pregunta central o al crear productos dando razones válidas con evidencia que las respalde. • Reconoce las limitaciones de una sola respuesta a la pregunta central o al diseño del producto (cómo puede no ser completa, certera o perfecta) y considera perspectivas alternativas. • Puede explicar claramente los nuevos aprendizajes adquiridos en el proyecto y cómo estos pueden ser transferidos a otras situaciones o contextos.

RÚBRICA DE PENSAMIENTO CREATIVO E INNOVACIÓN

El proyecto tiene uno o más de los siguientes problemas en cada área

El proyecto incluye algunas características del proyecto efectivo, pero presenta algunas debilidades

El proyecto tiene las siguientes fortalezas

Oportunidad de creatividad e innovación en distintas fases del proyecto	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p>1</p> <p>Lanzamiento del proyecto.</p> <p>Definición del desafío creativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede solo "seguir instrucciones" sin comprender el propósito de la innovación o considerar las necesidades e intereses del público objetivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprende el propósito de la innovación, pero no considera a cabalidad las necesidades e intereses del público objetivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprende el propósito de la innovación (¿quién necesita esto? ¿por qué?) • Desarrolla perspicacia acerca de las necesidades e intereses del público objetivo.
<p>2</p> <p>Construcción de conocimiento, comprensión y habilidades.</p> <p>Identifica fuentes de información</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Usa solo fuentes de información usuales (página web, libro, artículo). • No ofrece nuevas ideas durante las discusiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuentra una o dos fuentes de información que no son las usuales (página web, libro, artículo). • Ofrece nuevas ideas durante las discusiones, pero sus puntos de vista son poco variados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuentra maneras o lugares inusuales para obtener nueva información (adultos expertos, miembros de la comunidad, empresas, organizaciones, literatura), además de las fuentes usuales (página web, libro, artículo). • Promueve puntos de vista divergentes y creativos durante las discusiones.
<p>3</p> <p>Desarrollo y revisión de ideas y productos.</p> <p>Generación y selección de ideas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permanece dentro de los parámetros ya existentes; no usa técnicas para la generación de ideas para el desarrollo de nuevas ideas para la creación de productos. • Selecciona una idea sin evaluar su calidad. • No formula nuevas preguntas ni elabora la idea seleccionada. • No considera ni usa la retroalimentación y la crítica para revisar el producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla algunas ideas originales para los productos, utilizando una o dos veces las técnicas de generación de ideas. • Evalúa las ideas antes de seleccionar una, pero no de manera rigurosa. • Formula una o dos preguntas nuevas, pero puede hacer solo pequeñas modificaciones a la idea seleccionada. • Demuestra algo de imaginación al dar forma a las ideas para la elaboración de un producto, pero permanece dentro de límites convencionales. • Considera y usa la retroalimentación y la crítica para revisar el producto, pero no busca esta retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa técnicas para la generación de ideas para el desarrollo de nuevas ideas para la creación de productos. • Evalúa cuidadosamente la calidad de las ideas y selecciona la mejor para darle forma a un producto. • Formula preguntas nuevas y toma distintas perspectivas para elaborar y mejorar la idea seleccionada. • Usa el ingenio y la imaginación y se sale de los límites convencionales al dar forma a las ideas para la elaboración de un producto. • Busca y usa la retroalimentación y la crítica para revisar el producto y así cumplir de una mejor manera con las necesidades del público objetivo.

Oportunidad de creatividad e innovación en distintas fases del proyecto	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p>4</p> <p>Presentación de productos y respuestas a las preguntas centrales.</p> <p>Presentación del trabajo a los usuarios o público objetivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Presenta ideas y productos de forma convencional (presentaciones ppt, cargadas de texto, recitación de notas, falta de elementos de interacción con la audiencia) 	<ul style="list-style-type: none"> Añade algunos detalles que poseen atractivo visual a los medios utilizados en la presentación. Intenta incluir elementos en la presentación que la harán más animada y atractiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Crea medios para una presentación atractiva visualmente, evitando las formas convencionales (presentaciones ppt cargadas de texto, recitación de notas, falta de elementos de interacción con la audiencia). Incluye elementos en la presentación que son especialmente vivaces, llamativos o poderosos y acordes al público objetivo.
<p>5</p> <p>Originalidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> Usa modelos, ideas o direccionamientos existentes; no es original o único. Sigue reglas y convenciones; usa materiales e ideas de maneras típicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiene algunas ideas novedosas o considera mejoras, pero algunas de estas ideas son predecibles o convencionales. Puede tentativamente tratar de desmarcarse de las reglas y convenciones, o encontrar nuevos usos para materiales e ideas comunes. 	<ul style="list-style-type: none"> Es novedoso, único y sorprendente; muestra un toque personal. Puede romper las reglas y convenciones de manera exitosa o usar materiales e ideas comunes de formas nuevas, inteligentes y sorprendidas.
<p>6</p> <p>Valor</p>	<ul style="list-style-type: none"> No es útil o valioso para el público objetivo/usuario. No funcionaría en el mundo real porque es poco práctico o inviable. 	<ul style="list-style-type: none"> Es útil y valioso en cierta medida; puede no resolver ciertos aspectos del problema o ajustarse exactamente a la necesidad previamente identificada. No queda claro si es que el producto sería práctico o viable. 	<ul style="list-style-type: none"> El producto se percibe como útil y valioso, resuelve el problema ya definido o la necesidad previamente identificada. Es práctico y viable.
<p>7</p> <p>Estilo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Es seguro, común y corriente y, de hecho, es un estilo convencional. Contiene tres o más elementos que no son coherentes entre sí, dificultando su comprensión. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiene algunos toques interesantes, pero carece de un estilo distintivo. Tiene uno o dos elementos que pueden ser excesivos o no coherentes entre sí. 	<ul style="list-style-type: none"> Está bien diseñado, es llamativo, tiene un estilo distintivo pero adecuado al propósito. Combina diferentes elementos logrando un todo coherente.

Nota: El término "producto" se usa en esta rúbrica como un término que abarca el resultado del proceso de innovación durante un Proyecto. Un producto puede ser un objeto construido, una propuesta, presentación, solución a un problema, servicio, sistema, obra artística o literaria, un invento, un evento, una mejora a un producto existente, etc.

RÚBRICA DE DISEÑO DEL PROYECTO

El proyecto tiene uno o más de los siguientes problemas en cada área

El proyecto incluye algunas características del proyecto efectivo, pero presenta algunas debilidades

El proyecto tiene las siguientes fortalezas

	No presenta las características del Proyecto efectivo	Necesita más desarrollo	Incluye características del proyecto efectivo
<p>1</p> <p>Metas de aprendizaje del estudiante: conocimiento esencial, comprensión y habilidades para alcanzar el éxito</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las metas de aprendizaje del estudiante no son claras ni específicas: el proyecto no está enfocado en los estándares. El proyecto no abarca, evalúa o demuestra el desarrollo de habilidades para el éxito. 	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto se enfoca en los estándares derivados del conocimiento y de la comprensión, pero puede referirse a muy pocas o demasiadas metas o metas sin mucha importancia. Las habilidades para el éxito están presentes, pero pueden ser demasiadas para ser enseñadas y evaluadas de manera adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto se enfoca en la enseñanza de habilidades y conocimiento importante enfocado en los estudiantes. Estos conocimientos se ajustan a los estándares y representan conocimientos centrales de las asignaturas. Las habilidades para el éxito se abordan de manera explícita para ser enseñadas y evaluadas, como los son el pensamiento creativo, la colaboración, la creatividad y la gestión del proyecto.
<p>2</p> <p>Problema o pregunta desafiante</p>	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto no se enfoca en un problema o pregunta central (es más parecido a una unidad con varias tareas); o el problema o pregunta es muy fácil de resolver o de responder para que la existencia del proyecto se justifique. El problema o pregunta inicial no gira en torno a una pregunta que sea esencial para el proyecto o presenta graves fallas como, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> >Tiene una sola y/o simple respuesta. >No es motivante para los estudiantes (suena demasiado compleja o académica, como si viniera de un libro y, por ende, es atractiva solo para el profesor). 	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto se enfoca en un problema o pregunta central, pero el nivel de desafío puede ser inapropiado para los estudiantes a quienes va dirigido. La pregunta inicial para el proyecto se relaciona con el mismo, pero no captura su problema o pregunta central (puede ser más como una temática más amplia). La pregunta inicial cumple con algunos de los criterios presentes en la columna de "incluye las características" pero carece de otros. 	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto se enfoca en un problema o pregunta central con un desafío apropiado. El proyecto se enmarca en una pregunta inicial que es: <ul style="list-style-type: none"> >Abierta: hay más de una respuesta correcta. >Comprensible e inspiradora para los estudiantes. >Alineada con las metas de aprendizaje. Para responder esta pregunta los estudiantes deberán obtener las habilidades, conocimiento y comprensión adecuados.
<p>3</p> <p>Indagación constante</p>	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto es más bien una actividad de hacer o construir cosas que un proceso extendido de indagación. No existe un proceso para que los estudiantes generen preguntas que guíen la indagación. 	<ul style="list-style-type: none"> La indagación es limitada (puede ser breve y ocurrir solo una o dos veces en el proyecto; la búsqueda de información es la tarea principal; no existen preguntas realmente profundas). Los estudiantes generan preguntas, pero mientras algunas pueden ser cubiertas, otras no son usadas para guiar la indagación y, por ende, no afectan el camino que toma el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> La indagación es sostenida a lo largo del tiempo y es rigurosa académicamente (los estudiantes hacen preguntas, buscan e interpretan datos, desarrollan y evalúan soluciones o construyen evidencia para obtener respuestas y generar nuevas preguntas). A lo largo del proyecto, la indagación está conducida por preguntas generadas por parte de los estudiantes que son fundamentales para el desarrollo del proyecto.

	No presenta las características del Proyecto efectivo	Necesita más desarrollo	Incluye características del proyecto efectivo
<p>4</p> <p>Autenticidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto se asemeja a un trabajo en clases tradicional; carece de tareas, herramientas y contexto del mundo real. No genera un impacto real en el mundo ni habla de los intereses personales de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto presenta algunas características auténticas, pero estas pueden ser limitadas o ser lejanas a las necesidades del contexto. 	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto presenta un contexto auténtico y tareas y herramientas del mundo real; cumple estándares de calidad, genera un impacto en el mundo y habla sobre las preocupaciones, intereses o identidades personales de los estudiantes.
<p>5</p> <p>Voz y elección del estudiante</p>	<ul style="list-style-type: none"> No se les da oportunidad a los estudiantes para que expresen su voz y tomen decisiones que afecten el contenido o proceso del proyecto; el proyecto está dirigido por el docente. O bien, se espera que los estudiantes trabajen de manera demasiado independiente sin una guía adecuada por parte del docente y/o que trabajen de esta manera antes de que sean capaces de hacerlo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se les dan pocas oportunidades a los estudiantes para que expresen su voz y tomen decisiones de mediana importancia (decidir cómo dividir tareas dentro del grupo o qué sitio web usar para investigar). Los estudiantes trabajan, en cierta medida de manera independiente del docente, pero podrían hacer más por sí solos. 	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes tienen oportunidades para expresar su voz y tomar decisiones acerca de los temas importantes (temas a investigar, preguntas, textos y recursos usados, gente con quien trabajar, productos a ser creados, uso del tiempo, organización de las tareas). Los estudiantes tienen oportunidades para tomar responsabilidades significativas y trabajar lo más independientemente del profesor como sea apropiado hacerlo, pero de manera guiada.
<p>6</p> <p>Reflexión</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes y el docente no participan en conjunto de la reflexión acerca de qué y cómo los estudiantes aprenden acerca del diseño del proyecto y su gestión. 	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes y el docente participan en conjunto de algún tipo de reflexión acerca del proyecto y luego de la culminación del mismo, pero no de forma regular o en profundidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes y el docente participan en conjunto de una reflexión profunda y comprensiva tanto durante el proyecto como después de su culminación. Reflexionan también acerca de cómo aprenden los estudiantes, el diseño del proyecto y su gestión.
<p>7</p> <p>Crítica y revisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes obtienen retroalimentación limitada o irregular acerca de sus productos y el trabajo en progreso y esta retroalimentación es solo por parte de él, no de los pares. No se requiere su utilización o los estudiantes no saben cómo utilizarla para revisar y mejorar su trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se provee a los estudiantes de oportunidades para dar y recibir retroalimentación acerca de la calidad de los productos y del trabajo en progreso, pero este espacio para la retroalimentación puede carecer de estructura o solo existir una vez. Los estudiantes leen o reciben oralmente la retroalimentación acerca de su trabajo, pero no la usan para revisar y mejorar su trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se provee regular y estructuradamente a los estudiantes de oportunidades para dar y recibir retroalimentación acerca de la calidad de los productos y del trabajo en progreso por parte de los pares, los docentes y de otros fuera de la clase, si la ocasión lo amerita. Los estudiantes usan la retroalimentación acerca de su trabajo para revisarlo y mejorarlo.
<p>8</p> <p>Producto</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes no hacen de su producto algo público que se presente a una audiencia o que se ofrezca a la gente más allá de la clase. 	<ul style="list-style-type: none"> El trabajo de los estudiantes se hace público solo para los compañeros y el docente. Los estudiantes presentan productos pero no se les pide que expliquen cómo trabajaron ni qué aprendieron. 	<ul style="list-style-type: none"> El trabajo de los estudiantes se hace público al presentar, mostrar u ofrecerlo a la gente más allá de la clase. Se les pregunta a los estudiantes que expliquen las razones que justifican sus elecciones, su proceso de indagación, cómo trabajaron, qué aprendieron etc.

RÚBRICA DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO

El proyecto tiene uno o más de los siguientes problemas en cada área

El proyecto incluye algunas características del proyecto efectivo, pero presenta algunas debilidades

El proyecto tiene las siguientes fortalezas

	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p>1</p> <p>Explicación de las ideas e información</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No presenta información, argumentos, ideas o hallazgos de forma concisa y lógica; el argumento no contiene evidencia que lo valide; la audiencia no puede seguir la línea de razonamiento. • La selección de información, desarrollo de ideas y el estilo son inapropiados para el propósito, tarea y audiencia (puede ser demasiada o muy poca información o un enfoque erróneo). • No se refiere a perspectivas o puntos de vista alternativos u opuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta información, argumentos, hallazgos y evidencia de una manera que no siempre es clara, concisa y lógica; la línea de razonamiento es a veces difícil de seguir por parte de la audiencia. • Intenta seleccionar información, desarrollar ideas y usar un estilo apropiados para el propósito, tarea y audiencia, que no son por completo exitosos. • Intenta referirse a perspectivas alternativas u opuestas, pero no de forma completa o clara. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta información, argumentos, hallazgos y evidencia en forma clara, concisa y lógica; la línea de razonamiento se puede seguir fácilmente por parte de la audiencia. • Selecciona información, desarrolla ideas y usa un estilo apropiado al propósito, la tarea y la audiencia. • Abarca perspectivas alternativas u opuestas de manera clara y acabada.
<p>2</p> <p>Organización</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No cumple los requerimientos con respecto a lo que debe ser incluido en la presentación. • No incluye una introducción y/o conclusión. • Usa el tiempo de manera poco adecuada; la totalidad de la presentación o parte de ella es muy corta o muy larga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumple la mayoría de los requerimientos respecto de los requerimientos con respecto a lo que debe ser incluido en la presentación. • Una introducción y conclusión, pero no son claras ni interesantes. • Generalmente organiza bien el tiempo, pero puede usar demasiado o muy poco tiempo en un tema, material de apoyo o idea. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumple todos los requerimientos con respecto a lo que debe ser incluido en la presentación. • Incluye una introducción y conclusión que son claras e interesantes. • Organiza bien el tiempo y no hay ninguna parte de la presentación que sea o muy larga o muy corta.
<p>3</p> <p>Mirada y lenguaje corporal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No mira a la audiencia, lee las notas o láminas. • No usa gestos o movimientos. • Carece de pose y confianza (mueve los dedos, se agacha, se ve nervioso). • Usa ropa inapropiada para la ocasión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantiene contacto visual con poca frecuencia. Lee las notas o diapositivas la mayor parte del tiempo. • Utiliza algunos gestos o movimientos que no parecen naturales. • Presenta una actitud que demuestra confianza y adecuación a la situación. Solo se observa un poco de inquietud y movimiento nervioso. • Intenta usar una presentación personal adecuada para la ocasión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantiene contacto visual con la audiencia la mayor parte del tiempo; solo en algunas ocasiones mira las notas o diapositivas. • Utiliza gestos y movimientos naturales. • Presenta una actitud que demuestra confianza y adecuación a la situación. • Posee una presentación personal acorde a la ocasión.

	Bajo el estándar	Acercándose al estándar	Cumple el estándar
<p>4</p> <p>Voz</p>	<ul style="list-style-type: none"> No pronuncia bien o habla demasiado bajo que dificulta la comprensión; frecuentemente usa muletillas (uhh, mmm, entonces, y, como, etc.) no adapta el discurso al contexto y la tarea. 	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte del tiempo habla de manera clara; utiliza una voz lo suficientemente fuerte para que la audiencia pueda escuchar la mayor parte del tiempo, pero puede hablar ocasionalmente de forma monótona. Usa muletillas. Intenta adaptar el discurso al contexto o tarea, pero no es consistente o no tiene éxito en su intento. 	<ul style="list-style-type: none"> Habla de manera clara y a un ritmo adecuado; ni muy rápido ni muy lento. Habla lo suficientemente fuerte para que todos puedan escuchar; cambia el tono y el ritmo para mantener el interés. Rara vez usa muletillas Adapta el discurso al contexto y la tarea. Domina el registro formal cuando su uso es necesario.
<p>5</p> <p>Elementos de ayuda para la presentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> No usa elementos de audio, visuales o de medios. Usa solo uno o pocos elementos visuales, de audio o de medios pero estos no añaden valor a la presentación y pueden incluso distraer. 	<ul style="list-style-type: none"> Usa elementos de audio, visuales o de medios, pero estos pueden a veces distraer o no añadir valor a la presentación. 	<ul style="list-style-type: none"> Usa elementos de audio, visuales o de medios bien elaborados para fortalecer la comprensión de los hallazgos, el razonamiento y la evidencia y añadir interés. Incorpora de forma adecuada y natural a la presentación los elementos visuales, de audio o de medios.
<p>6</p> <p>Respuesta a las preguntas de la audiencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> No responde a las preguntas por parte de la audiencia (se sale del tema o no comprende las preguntas y no busca explicación o clarificación de las mismas) 	<ul style="list-style-type: none"> Responde algunas preguntas de la audiencia, pero no siempre de forma clara o completa. 	<ul style="list-style-type: none"> Responde las preguntas de la audiencia en forma clara y completa. Busca clarificaciones a las preguntas, admite cuando no sabe o explica cómo encontrar la respuesta cuando es incapaz de dar una respuesta.
<p>7</p> <p>Participante en presentaciones de equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> No todos los miembros del grupo participan; solo uno o dos de ellos hablan. 	<ul style="list-style-type: none"> Todos los miembros del equipo participan, pero no en la misma proporción. 	<ul style="list-style-type: none"> Todos los miembros del equipo participan por aproximadamente el mismo período de tiempo. Todos los miembros del equipo son capaces de responder las preguntas sobre el tema como un todo y no solo acerca de su parte de la presentación.