

INTRODUCCIÓN

A LA QUÍMICA

4º AÑO (ES)



ÍNDICE

Introducción a la Química y su enseñanza en el Ciclo Superior de la Educación Secundaria	39
Mapa curricular	42
Carga horaria	42
Objetivos de enseñanza	43
Objetivos de aprendizaje	44
Contenidos	45
Desarrollo de los contenidos	47
Eje temático 1. Química y combustibles	47
Eje temático 2. Química y alimentación	49
Eje temático 3: Química en procesos industriales	53
Orientaciones didácticas	56
Hablar, leer y escribir en Química	56
Las fórmulas, los símbolos y las representaciones	60
Trabajar con problemas de Química	62
Conocer y utilizar modelos en Química	67
Orientaciones para la evaluación	70
La evaluación de las actividades experimentales	70
Criterios de evaluación	71
Instrumentos de evaluación	72
Evaluación de conceptos y procedimientos	73
Evaluación de modelos científicos escolares	74
Autoevaluación, coevaluación y evaluación mutua	75
Bibliografía	77
Historia y Filosofía de la Ciencia	77
Didáctica de las Ciencias Experimentales	77
Recursos en Internet	78

INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA Y SU ENSEÑANZA EN EL CICLO SUPERIOR DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

“Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico [...]. Hoy más que nunca, es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad”.¹

La materia Introducción a la Química se diseñó para que cubra aquellos contenidos centrales de la disciplina en esta etapa de la escolaridad y en relación con estudios superiores, al mismo tiempo que aporta a los estudiantes un panorama de las aplicaciones químicas en la actualidad, y su relevancia para su formación como ciudadanos. Así, se articula con los fines establecidos para la Educación Secundaria en relación con la formación para la ciudadanía, el mundo del trabajo y la continuidad en los estudios.

En este sentido, resulta fundamental establecer que estos fines para la Educación Secundaria, común y obligatoria, implican cambios en la perspectiva curricular de la educación en ciencias en general y de química, en particular. Cambios que no se dan de manera arbitraria, sino que resultan requisitos para el logro de los propósitos mencionados.

Implica una educación científica que forme, desde las ciencias, para el ejercicio pleno de la ciudadanía. Es decir, una educación científica que de acuerdo con los lineamientos de la alfabetización científica y tecnológica (ACT), propuestos para toda la Educación Secundaria de la Provincia en el ámbito de las ciencias naturales, sirva a la formación de los estudiantes, para su participación como miembros activos de la sociedad, ya sea que se incorporen al mundo del trabajo o que continúen estudios superiores. La ACT constituye una metáfora de la alfabetización tradicional, entendida como una estrategia orientada a lograr que la población adquiera cierto nivel de conocimientos de ciencia y de saberes acerca de la ciencia.

Estos conocimientos constituyen herramientas para comprender, interpretar y actuar sobre los problemas que afectan a la sociedad y participar activa y responsablemente en ella, valorando estos conocimientos pero a la vez, reconociendo sus limitaciones. En este sentido, una persona científicamente alfabetizada se interioriza sobre estos modos particulares en que se construyen los saberes de los científicos que circulan en la sociedad, y que difieren de otros. También, puede ubicar las producciones científicas y tecnológicas en el contexto histórico y cultural en que se producen, a partir de tomar conciencia de que la ciencia no es neutra ni aséptica y que, como institución, está atravesada por el mismo tipo de intereses y conflictos que vive la sociedad en la que está inmersa.

El acceso a los conceptos, procedimientos y explicaciones propias de las ciencias, no es sólo una necesidad para los estudiantes durante su escolarización –por lo que implica respecto de su formación presente y futura–, sino también un derecho. Por ello un nuevo enfoque de la función de la Educación Secundaria debe replantearse los objetivos y las formas de enseñar ciencias.

¹ Declaración de Budapest, Conferencia Mundial sobre la ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la ciencia. UNESCO, 1999.

Históricamente, la ciencia en la escuela se definía mediante la enseñanza de unos pocos conceptos, principios y leyes de las disciplinas científicas. Esta orientación de la enseñanza, sin embargo, resulta insuficiente también como preparación para los futuros científicos. Fundamentalmente, porque trasmite una idea deformada y empobrecida de la actividad científica, al presentarla como algo ajeno e inaccesible al conjunto de la población, generando la disminución del interés de los jóvenes por la ciencia y una preparación también insuficiente para los desafíos propios de la Educación Superior en ciencias.

Las prácticas de enseñanza de las ciencias más extendidas desde el enfoque tradicional conciben y transmiten una visión de la actividad científica como un conjunto rígido de etapas a seguir mecánicamente –el método científico– resaltando los aspectos cuantitativos y descuidando o rechazando el significado de la duda, la invención y la creatividad. Además, muestra a la actividad científica como propia de personas especialmente “dotadas” y aisladas, ignorando la importancia del trabajo en colaboración, los intercambios entre equipos de investigación y las complejas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

En particular, la enseñanza de la Química desde esta visión implica una especie de ritual de iniciación. Los estudiantes, son introducidos, sin mayores explicaciones, a un mundo de definiciones, fórmulas y ecuaciones, con un fuerte peso de la operatoria matemática, y el críptico lenguaje de las ecuaciones químicas, que son aprendidos de manera más o menos mecánica y que, además, tienen escasa vinculación con lo tecnológico o lo cotidiano, aspectos que son de interés para los estudiantes.

Otro déficit de estas prácticas de enseñanza está vinculado con el uso del lenguaje como puente imprescindible en la construcción social de los conceptos científicos. De este modo, las complejas definiciones propias de las disciplinas se presentan sin mediación ninguna del lenguaje coloquial que manejan los estudiantes, obstaculizando la comprensión de los conceptos. En consecuencia, el enfoque tradicional –que se presenta defendiendo la función propedéutica como exclusiva de la Educación Secundaria– logra, paradójicamente, los resultados inversos: desinterés de los jóvenes por los contenidos y las prácticas científicas, escasa formación en ciencias, así como imposibilidad de relacionar o transferir los conocimientos científicos a la comprensión del mundo natural o tecnológico que los rodea.

El enfoque que se explicita en este Diseño, basado en la idea de alfabetización científica y tecnológica para la educación en ciencias, propone una labor de enseñanza fundamentalmente diferente de la tradicional, que atienda a las dificultades y necesidades de aprendizaje del conjunto de los jóvenes que transitan la Educación Secundaria, tanto si deciden continuar estudios superiores en relación con las ciencias como otras trayectorias. En todos los casos, la impronta que la educación científica deje en ellos, facilitará su comprensión y su desempeño en relación con los fenómenos científicos y tecnológicos de acuerdo con una concepción de ciencia más actualizada y ajustada a las características de la ciencia entendida como producto de la actividad humana. “La mejor formación científica inicial que puede recibir un futuro científico coincide con la orientación que se dé a la alfabetización científica del conjunto de la ciudadanía. [...] [ya que] dicha alfabetización exige, precisamente, la inmersión de los estudiantes en una cultura científica”.²

² Gil Pérez, D.; Vilches, A., *Educación, ciudadanía y alfabetización científica: mitos y realidades*, en Revista Iberoamericana de Educación, OEI, N° 42, 2006.

El aprendizaje de la cultura científica incluye, además de la comprensión y el uso de modelos y conceptos, el desarrollo de las destrezas de comunicación en relación con mensajes de contenido científico. Por ello, resulta imprescindible prestar atención a los aspectos relacionados con la comunicación y el lenguaje en la clase de ciencias, ya que sin ellos no podría hablarse de una cultura científica.

Como señala Lemke, "el razonamiento es fundamentalmente una forma de hablar, que incluye una forma de escribir y de hablarnos a nosotros mismos. Lo aprendemos al hablar con otros miembros de nuestra comunidad, lo practicamos al hablar con otros, [...] al escribir y cuando utilizamos otras formas de actividad más complejas (por ejemplo, resolver problemas o experimentar)".³

Por ello, desde la perspectiva de este enfoque de enseñanza, las actividades vinculadas con el uso del lenguaje se deben ofrecer en todos y cada uno de los núcleos de contenidos, así como en toda tarea escolar en el ámbito de la Química. Al resolver problemas, es necesario trabajar sobre el significado de los datos y consignas. Al encarar investigaciones –tanto bibliográficas como experimentales– se hará necesario enfrentar los usos del lenguaje en los textos que sean abordados y en la redacción de informes de las experiencias.

Del mismo modo, al dar una definición, formular una hipótesis o argumentar se dan oportunidades claras de ejercitar las prácticas de lenguaje y su uso en el ámbito de la Química. Debe quedar claro que no se trata de dejar de lado el uso de cálculos u operaciones propias de este campo, sino de entender que la enseñanza centrada exclusivamente en estas habilidades provoca aprendizajes empobrecidos de la ciencia, y la desvinculan de su carácter cultural y de sus aplicaciones cotidianas. Los cálculos y las formalizaciones deben integrarse junto con el lenguaje coloquial para crear una comunidad de habla dentro de las clases de química. Estas herramientas lingüísticas y matemáticas tendrán significado solo en la medida en que se permitan discutir acerca de aplicaciones y efectos, sirvan para dar explicaciones o para corroborar hipótesis, y no se transformen en una finalidad en sí misma. Estas últimas consideraciones deben ser tenidas en cuenta durante el desarrollo de cada uno de los ejes temáticos propuestos.

Introducción a la Química es una materia común a todas las orientaciones, aunque se ubique en diferentes años. Corresponde al 4° año de la Orientación en Ciencias Naturales y al 5° año en el resto de las orientaciones.

Es preciso destacar, asimismo, que los contenidos propios de la Química se despliegan a lo largo de los tres años previos de la Educación Secundaria y que la/s materia/s que se presenta/n en el Ciclo Superior, tienen continuidad con las anteriores de Ciencias Naturales (1° año) y Físico-química (2° y 3°), de la ES.

En el caso de la Orientación en Ciencias Naturales, la formación se completa con otras dos materias: Fundamentos de Química y Química del Carbono, correspondientes a 5° y 6° año respectivamente, con una carga horaria de 3 horas semanales y duración anual.

Los contenidos que se desarrollan en Introducción a la Química tienen por finalidad dar un panorama de la química para los jóvenes. Es decir, se presentan algunos ámbitos de actividad e incumbencia de la química en contextos que puedan ser de interés y de valor formativo para

³ Lemke, J., *Aprender a hablar ciencias*. Buenos Aires, Paidós, 1997.

los estudiantes, en tanto ciudadanos. Al mismo tiempo, se aspira a salir del estrecho margen de los contenidos disciplinares tal como son presentados tradicionalmente y evitar que la enseñanza se base exclusivamente en exposiciones y ejercitaciones, que en poco contribuyen a la formación de los jóvenes de la Provincia. Interesa que conozcan la actividad de la química y algunas explicaciones de este campo de conocimientos, de interés para la formación ciudadana y la continuidad de los estudios. Asimismo, mostrar el contexto de producción de conocimientos y tecnologías y los cambios que se van produciendo conforme avanza su historia, los impactos de las industrias químicas en el mundo actual y sus riesgos potenciales, así como las vías posibles de solución de los mismos, que la propia ciencia química plantea al respecto. Este es el planteo que introduce a los conceptos propios de la disciplina que son necesarios para explicar las problemáticas incluidas en el Diseño Curricular.

Los contenidos que se incluyen posibilitan introducir y profundizar aspectos relevantes de la química para la continuidad de los estudios. Así, se desarrollan nociones de química orgánica –en el núcleo de contenidos de combustibles– y de química biológica –en el núcleo de alimentación–. Las nociones de *estequiometría* permiten comprender las relaciones cuali-cuantitativas en los procesos químicos y resolver problemas concretos de las industrias químicas (pureza, reactivo limitante, rendimiento). Finalmente, la introducción del concepto de *equilibrio químico*, permite comprender procesos químicos de interés y contribuye en la construcción de la noción de *reversibilidad* de las transformaciones químicas.

MAPA CURRICULAR

Materia	Introducción a la Química
Año	4° (Orientación Ciencias Naturales) - 5° (Otras orientaciones)
Ejes y Núcleos de contenidos	Eje temático 1. Química y combustibles El petróleo como recurso. Relación estructura-propiedades. Relaciones estequiométricas.
	Eje temático 2. Química y alimentación Núcleo 1. Principales grupos de biomoléculas. Núcleo 2. Alimentos, actividad y energía. Dietas y energía necesaria para los procesos vitales de acuerdo a la actividad.
	Eje temático 3. Química en procesos industriales Núcleo 1. Procesos de equilibrio. Principio de Le Chatelier. Producción de Amoníaco. Núcleo 2. Metales y Metalurgia. Estequiometría. Pureza de los reactivos y cálculo de pureza. Rendimiento de las reacciones químicas.

CARGA HORARIA

La materia Introducción a la Química corresponde al 4° año en la Orientación de Ciencias Naturales y al 5° año en el resto de las orientaciones del Ciclo Superior.

Su carga horaria es de 72 horas totales; si se implementa como materia anual, su frecuencia será de 2 horas semanales

OBJETIVOS DE ENSEÑANZA

- Generar en el aula de Química espacios de colaboración entre pares que favorezcan la confrontación de ideas sobre los fenómenos naturales y tecnológicos que se trabajen, promoviendo los procesos de comunicación en el ámbito de la química.
- Considerar, como parte de la complejidad de la enseñanza de conceptos científicos, las representaciones y marcos conceptuales con los que los estudiantes se aproximan a los nuevos conocimientos, para acompañarlos en el camino hacia construcciones más cercanas al conocimiento científico.
- Plantear problemas apropiados, a partir de situaciones cotidianas y/o hipotéticas, que permitan transitar el camino desde las concepciones previas personales hacia los modelos y conocimientos científicos escolares a enseñar.
- Favorecer el encuentro entre la experiencia concreta de los estudiantes, a propósito del estudio de ciertos fenómenos naturales y tecnológicos, y las teorías científicas que dan cuenta de los mismos.
- Modelizar, desde su actuación, los modos particulares de pensar y hacer que son propios de la química como actividad científica. En este sentido, el pensamiento en voz alta en el que se refleje, por ejemplo, la formulación de preguntas y el análisis de variables ante un cierto problema permite a los estudiantes visualizar cómo un adulto competente en estas cuestiones piensa y resuelve los problemas específicos que se le presentan.
- Hablar y promover la discusión sobre los conceptos y procedimientos químicos durante las clases, las actividades experimentales y las salidas de campo, utilizando el lenguaje coloquial y enriqueciéndolo, progresivamente, con los términos y expresiones científicas adecuados.
- Planificar actividades que impliquen investigaciones escolares con situaciones como: búsquedas bibliográficas, trabajos de laboratorio o salidas de campo en los que se pongan en juego los contenidos que deberán aprender los estudiantes.
- Diseñar actividades experimentales y salidas de campo con una planificación previa y comunicarlas oportunamente a los estudiantes para que puedan entender y compartir el sentido de las mismas dentro del proceso de aprendizaje.
- Explicitar los motivos de las actividades propuestas, así como los criterios de concreción de las mismas y las demandas específicas que se plantean a los estudiantes para la realización de sus tareas de aprendizaje en química.
- Poner en circulación, en el ámbito escolar, el "saber ciencias", el "saber hacer sobre ciencias" y "saber sobre las actividades de las ciencias" en sus implicancias éticas, sociales y políticas.
- Trabajar con los errores de los estudiantes como fuente de información de los procesos intelectuales que están realizando y como parte de un proceso de construcción de significados compartidos.
- Evaluar las actividades con criterios explícitos y anticipados, concordantes con las tareas propuestas y los objetivos de aprendizaje que se esperan alcanzar.
- Contextualizar y resignificar las expresiones y ecuaciones matemáticas en el contexto de aplicación de la química.
- Leer en "clave química" las ecuaciones y cualquier otra forma de representación para dotarlas de significado y sentido para los estudiantes.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Evaluar los impactos medioambientales y sociales de las industrias químicas y tomar posición fundamentada respecto del uso y explotación de los recursos naturales.
- Identificar el conjunto de variables relevantes para la explicación del comportamiento de diversos sistemas químicos.
- Elaborar hipótesis pertinentes y contrastables sobre el comportamiento de sistemas químicos para indagar las relaciones entre las variables involucradas.
- Utilizar conceptos, modelos y procedimientos de la Química en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos relacionados con los ejes temáticos trabajados.
- Establecer relaciones de pertinencia entre los datos experimentales relevados y los modelos teóricos correspondientes.
- Diseñar y realizar trabajos experimentales de química escolar utilizando instrumentos y dispositivos adecuados que permitan contrastar las hipótesis formuladas acerca de los fenómenos químicos vinculados a los contenidos específicos.
- Evaluar la calidad de la información pública disponible sobre asuntos vinculados con la química, valorando la información desde los marcos teóricos construidos.
- Leer textos de divulgación científica o escolares relacionados con los contenidos de química y comunicar, en diversos formatos y géneros discursivos, la interpretación alcanzada.
- Hablar sobre los conceptos y procedimientos químicos durante las clases, las actividades experimentales y las salidas de campo, utilizando el lenguaje coloquial y enriqueciéndolo, progresivamente, con los términos y expresiones científicas adecuadas.
- Escribir textos sobre los diversos temas de química que se trabajen, para comunicar sus ideas, a través de las diferentes actividades propuestas: investigaciones bibliográficas, informes de laboratorio, ensayos, entre otros.
- Producir textos de ciencia escolar adecuados a diferentes propósitos comunicativos (justificar, argumentar, explicar, describir).
- Comunicar a diversos públicos (al grupo, a estudiantes de menor edad, a pares, a padres, a la comunidad, etc.) una misma información científica como forma de romper con el uso exclusivo del texto escolar.
- Interpretar las ecuaciones químicas y matemáticas y cualquier otra forma de representación para dotarlas de significado y sentido, dentro del ámbito específico de las aplicaciones químicas.

CONTENIDOS

Los contenidos que se presentan en la materia Introducción a la Química fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios:

- relevancia de los mismos por su potencial explicativo de múltiples fenómenos químicos naturales y/o tecnológicos de interés en la actualidad;
- adecuación a los fines de la Educación Secundaria;
- continuidad con respecto a los contenidos estudiados en los tres años del Ciclo Básico de la Educación Secundaria;
- necesidades formativas de los jóvenes en relación con la formación ciudadana ya que se incluyen núcleos de contenidos relacionados con temas de fuerte vinculación con la vida cotidiana y las posibles repercusiones sociales de la ciencia;
- necesidades de formación futura en relación con la continuidad de los estudios, por corresponder a conceptos y procedimientos fundamentales en el campo disciplinar de la química.

De este modo, estos contenidos presentan interés desde la concepción de la formación de ciudadanos ya que vinculan temas científicos con asuntos públicos de importancia sobre los que los ciudadanos deben tener información fundamentada. Al mismo tiempo, se trata de contenidos reconocidos de la disciplina, fundamentales para comprender sus aportes teóricos y metodológicos a la interpretación de fenómenos naturales y tecnológicos. Así, los temas de corte disciplinar que se establecen para esta materia son: relación estructura-propiedades, estequiometría, equilibrio químico, nociones de química orgánica y biológica, y procesos industriales.

Se profundizan, en particular, las nociones de estequiometría y equilibrio químico –progresivamente trabajadas desde el 2° año–, fundamentales para la comprensión del cambio químico, aquel en el que se produce destrucción de los enlaces en las sustancias iniciales (reactivos) y transformación completa en otras (productos).

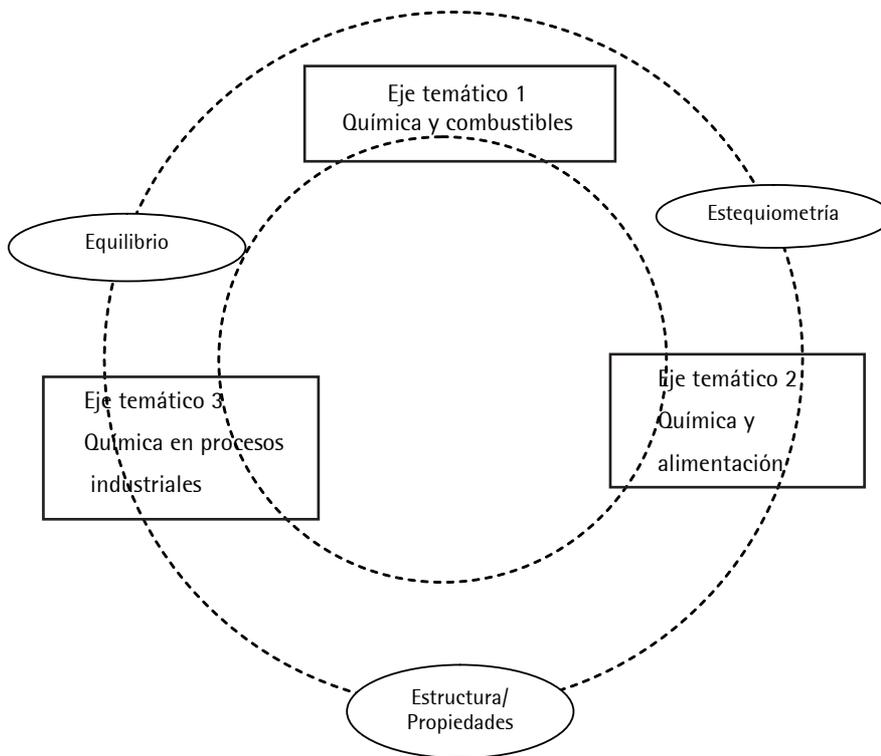
Por un lado, las nociones de estequiometría permiten profundizar en la comprensión de las relaciones cuali-cuantitativas en los procesos químicos y resolver problemas concretos de las industrias químicas (pureza, reactivo limitante, rendimiento). Por otro, el concepto de equilibrio químico permite comprender procesos químicos de interés y pone el énfasis en la construcción de la noción de reversibilidad de las transformaciones químicas.

Los contenidos se organizan en ejes temáticos y núcleos de contenidos. Los primeros, describen los grandes campos de aplicación dentro de los cuales se trabajarán los marcos disciplinares. Los segundos, al interior de cada eje, representan recortes específicos que delimitan posibles abordajes de los ejes temáticos.

Cada uno de estos núcleos contiene uno o más de los marcos disciplinares previstos para trabajar en la materia de 4° año, de manera que los mismos pueden ser abordados, en más de una oportunidad, integrando y profundizando los conocimientos y brindando la oportunidad a los estudiantes de volver reiteradamente sobre contenidos que son centrales en la comprensión química de los fenómenos. Asimismo, este planteo en espiral, posibilita a docentes y estudiantes utilizar progresivamente las herramientas construidas y ampliar el campo de fenómenos

que se pueden explicar desde el mismo marco teórico, maximizando las posibilidades de generar discursos cada vez más ricos.

En el apartado Desarrollo de los contenidos se explicitan los ejes y núcleos de contenidos y se delimita el alcance y la profundidad con que los mismos deben trabajarse. El gráfico que figura a continuación da cuenta de la organización conceptual de los contenidos antes mencionada.



En relación con la diversidad de orientaciones de la escuela secundaria, el Diseño de la materia Introducción a la Química define diferentes recorridos:

- En el caso de la Orientación en Ciencias Naturales se desarrollarán los tres ejes, omitiendo el tratamiento del núcleo 2 (del eje 2) dedicado a metabolismo que será trabajado en profundidad durante el 6° año. Es importante destacar que para esta Orientación, debe darse especial atención al desarrollo del concepto de cantidad de sustancia, que será central en el desarrollo curricular posterior en esta disciplina.
- En la Orientación en Educación Física resulta particularmente importante el desarrollo extensivo del núcleo referido a metabolismo ya que será necesario en varias materias orientadas posteriores. En tal caso, la extensión del mismo debe ser ampliada, de acuerdo con el núcleo 2 y, por lo tanto, los conceptos vinculados con equilibrio químico y reacciones redox deberán tratarse dentro de dicho núcleo, omitiendo el desarrollo del eje 3.
- Para las otras orientaciones se trabajarán los contenidos de los tres ejes, con los alcances y la profundidad señaladas en cada uno de ellos, pero optando, en el caso de los ejes 2 y 3, por el tratamiento del núcleo que se considere de mayor relevancia según los intereses o particularidades de cada contexto.

DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS

Eje temático 1. Química y combustibles

El petróleo como recurso. Demandas de energía a lo largo del tiempo. Requerimientos energéticos de las sociedades en la actualidad. Proyección de usos y reservas de combustibles fósiles. Análisis mundial. Reservas de combustibles fósiles. Usos del petróleo, separación y destilación. Refinación de las fracciones y propiedades físicoquímicas de las mismas. Comparación entre puntos de ebullición de los hidrocarburos. Relación estructura-propiedades. Isomería. Polaridad de los enlaces y de las moléculas. Dipolos temporarios dipolos permanentes. Fuerzas intermoleculares. Intensidad de la interacción: influencia de la geometría y la masa molar. Modelos moleculares. Grupos funcionales orgánicos. Fórmulas molecular, desarrollada y condensada. Masa molar, cantidad de sustancia. Relaciones estequiométricas. Reactivo limitante y rendimiento de una reacción química. Ecuación del gas ideal. Calores molares de combustión. Reacciones exotérmicas y endotérmicas. Octanaje. Combustibles alternativos.

En este año se propone trabajar con los estudiantes desde una perspectiva que permita vincular los conceptos disciplinares con situaciones del ámbito científico y/o aplicaciones tecnológicas que resulten de importancia por su impacto en lo social.

En este núcleo se pretende introducir a los estudiantes en los temas propios de la química orgánica a partir del estudio del petróleo y sus derivados. Por su importancia en términos socioeconómicos, además, esta introducción permite un enfoque de los contenidos en términos de los vínculos entre ciencia y sociedad.

En continuidad con los contenidos presentados en Físicoquímica durante el 3^{er} año de la Educación Secundaria, se continúa en el trabajo con relaciones estequiométricas. En este 4^o año de la Educación Secundaria se introducen las nociones de masa molar y cantidad de sustancia. Estas magnitudes posibilitarán lecturas alternativas a las ya estudiadas para los procesos químicos durante el Ciclo Básico. El trabajo con la noción de cantidad de sustancia permitirá ampliar la lectura de la ecuación química en términos de las relaciones estequiométricas e intercambios de energía involucrados. Esta doble perspectiva profundiza el alcance en las nociones de conservación ya trabajadas en el año precedente. Es importante que estas últimas relaciones sean trabajadas desde ecuaciones químicas que representen procesos de relevancia socio-tecnológica. Desde este contexto y en este eje temático, por ejemplo, el proceso químico de la combustión permitirá tratar estos contenidos.

Continuando con lo trabajado durante el último año del Ciclo Básico tanto la consideración de las magnitudes que permanecen invariantes como aquellas magnitudes que se alteran en el sistema químico, son centrales para el análisis de las dimensiones de cambio, proceso y conservación durante las transformaciones químicas.

La noción de cantidad de sustancia permite retomar el estudio cuantitativo del estado gaseoso desde la ecuación general de estado que exigirá, por un lado, hacer explícito sus vínculos cuantitativos con las leyes del comportamiento gaseoso trabajadas en Físicoquímica durante el 2^o año de la Educación Secundaria y, por otro, explicitar las relaciones entre las variables que intervienen en la descripción matemática en términos del tipo de proporcionalidad presente y del control de variable necesario para este análisis.

Estas dos dimensiones de análisis –cualitativa y cuantitativa– del comportamiento gaseoso a partir de la ecuación general del estado gaseoso deberán ser trabajadas complementariamente. Por otra parte, estos tratamientos pueden ser recuperados desde el modelo cinético molecular oportunamente trabajado en la Educación Secundaria Básica. El tratamiento simultáneo de estas diferentes miradas del estado gaseoso permite una síntesis y ampliación de las perspectivas ya trabajadas en Físicoquímica, en un nivel de progresiva complejidad de análisis.

En el trabajo con relaciones estequiométricas se utilizarán procesos de combustión completa e incompleta atendiendo al criterio de su relevancia en el contexto cotidiano o industrial. El tratamiento estequiométrico incluirá cálculos de reactivo limitante y del rendimiento en una reacción química. En el caso de reacciones que involucran gases –como el caso del proceso de combustión–, estos cálculos utilizarán, además, las variables macroscópicas que definen a este estado. Durante este año de la Educación Secundaria también se emplearán calores molares de combustión ampliando el trabajo que, en este mismo sentido, se iniciara durante el 3º año de la Educación Secundaria.

El proceso de combustión, por otra parte, permite reconsiderar la interpretación de una reacción química en términos de reordenamiento de enlaces. Además, se trata de un proceso que permite el trabajo desde la perspectiva centrada en las interacciones ciencia-tecnología-sociedad.

Por un lado, la producción de energía a partir de estas reacciones permite analizar alternativas al proceso de producción de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles; por otro, posibilita relacionar este proceso con el aumento del efecto invernadero natural. En este contexto, puede trabajarse desde la descripción de formas alternativas de producción de energía.

En este eje temático, además, se pretenden vincular las nociones teóricas trabajadas durante el 3º año de la Educación Secundaria en relación con el enlace químico, profundizándolas para analizar las diferencias entre las propiedades de las diversas fracciones resultantes en el proceso de destilación del petróleo. Las sustancias componentes de las diferentes fracciones derivadas del proceso de destilación del petróleo, aquellas obtenidas por los procesos de cracking y reforming, permitirán identificar grupos funcionales orgánicos e iniciar la presentación de la nomenclatura de compuestos orgánicos. No se pretende un estudio exhaustivo sobre la nomenclatura de compuestos orgánicos sino la introducción a la nomenclatura de grupos funcionales según sea necesario en el desarrollo de los ejes temáticos. En todo caso, los compuestos orgánicos trabajados deberán ser nombrados según la IUPAC y representados a través de diferentes fórmulas, explicándose las limitaciones y ventajas de cada tipo de representación.

El análisis de las diferentes fracciones del petróleo y de los productos obtenidos de los procesos de reforming y cracking posibilitarán tanto el trabajo con la nomenclatura de hidrocarburos como el análisis de propiedades físicoquímicas centrado en la comparación de la solubilidad y de los puntos de ebullición de los hidrocarburos presentes en las diferentes fracciones del petróleo. Este último análisis debe realizarse desde las relaciones estructura-propiedades recuperando las nociones de geometría molecular trabajadas en el 3º año de la Educación Secundaria y considerando el estudio de las fuerzas intermoleculares. En este sentido, y a efecto de este análisis, será conveniente introducir consideraciones sobre isomería de cadena o esqueleto. Estas nociones permitirán, en términos relativos, explicar en mayor profundidad las relaciones estructura-propiedades mencionadas.

La noción de octanaje permitirá trabajar, desde la identificación de grupos funcionales, aspectos vinculados a la nomenclatura y a la noción de isomería, así como los diferentes procesos utilizados para el tratamiento de las naftas a partir de las fracciones del petróleo. Además, el uso de aditivos para naftas permite considerar relaciones entre la combustión de naftas y contaminación ambiental. Como resultado del trabajo sobre estos contenidos, los estudiantes podrán:

- describir los procesos industriales vinculados a la destilación del petróleo y las características de las diferentes fracciones;
- explicar cualitativamente las relaciones entre las variables involucradas en la ecuación de gas ideal;
- presentar la información científica cuantitativa y cualitativa utilizando un vocabulario técnico adecuado, utilizando símbolos y notación técnica, gráficos y cálculos;
- describir las fuerzas intermoleculares y su influencia sobre las propiedades físicas de las sustancias;
- predecir propiedades físicas de compuestos a partir de consideraciones estructurales.
- utilizar el lenguaje simbólico propio de la química al escribir las fórmulas de las sustancias y las ecuaciones utilizadas para representar los diversos procesos químicos;
- realizar cálculos estequiométricos empleando la ecuación del gas ideal, utilizando pureza de los reactivos, la noción de reactivo limitante y rendimiento.

Eje temático 2. Química y alimentación

Núcleo 1: Principales grupos de biomoléculas. Carbohidratos: mono, oligo y polisacáridos. Solubilidad. Los carbohidratos como fuente de energía. Representación de monosacáridos en fórmulas de cadena abierta y de Haworth. Enlace glicosídico. Polímeros de condensación.

Lípidos. Clasificación. Grasas y aceites: triésteres del glicerol. Ácidos grasos comunes: denominaciones y representaciones. Solubilidad. Las grasas como reserva de energía. Ácidos grasos saturados e insaturados. Jabones y detergentes. Miscelas y bicapas.

Aminoácidos esenciales. Proteínas Estructuras, función y propiedades. Desnaturalización proteica. Factores que alteran la estructura proteica. Enzimas. Acción enzimática.

Núcleo 2: Alimentos, actividad y energía. Dietas y energía necesaria para los procesos vitales de acuerdo a la actividad. Metabolismo basal. Sustancias presentes en los alimentos en pequeña proporción: vitaminas, minerales, aditivos. Diario nutricional. Cálculos a partir de la ingesta de alimentos. Alimentos y energía química. Aditivos alimentarios. Metabolismo. Anabolismo catabolismo. Respiración y fermentación.

En este eje temático se desarrollan contenidos propios del campo disciplinar de la química considerando relaciones entre los alimentos y la química. En este contexto, se continúa con el estudio de aspectos vinculados a compuestos orgánicos desde un enfoque centrado en la estructura y que permita su aplicación en ámbitos de relevancia socioeconómico. El estudio de carbohidratos, lípidos, proteínas y vitaminas se realizará desde consideraciones propias del ámbito disciplinar y desde su papel como nutrientes.

En este eje se amplía el estudio correspondiente a la nomenclatura de compuestos orgánicos a partir de los grupos funcionales presentes en las moléculas de importancia biológica consideradas.

La estructura de los monosacáridos deberá analizarse desde las estructuras correspondientes a las formas de cadena abierta y de cadena cerrada. Las primeras se presentarán siguiendo las series

de aldosas y cetosas. La formación de las estructuras cíclicas podrá ser analizada a partir de la identificación de aquellos centros reactivos de la estructura del monosacárido que permiten la formación del enlace hemiacetal/acetal y la representación estructural en términos de estructuras de Haworth. Se trata de conceptualizar la formación de estas estructuras desde consideraciones que remitan a los grupos funcionales involucrados. En este eje, además, y a efecto de complementar la formación de estructuras cíclicas de monosacáridos, se retomará la noción de isomería introduciendo consideraciones sobre estereoisomería relativa que permitan la identificación y representación estructural de los monosacáridos en términos de estructuras de Haworth.

A partir de esta última representación estructural, se presentarán las estructuras de los disacáridos más frecuentes y de los polisacáridos más abundantes. En esas estructuras se deberá identificar la naturaleza de los enlaces presentes en la formación de los polímeros de condensación atendiendo a las consideraciones realizadas sobre los isómeros de configuración. Entre los disacáridos, la lactosa permitirá referir a la intolerancia a este carbohidrato y se trabajará desde las ventajas/desventajas en el empleo de sustitutos del azúcar –edulcorantes bajos en calorías–. Además, se mostrará cómo las consideraciones estructurales posibilitan analizar la solubilidad de estos polisacáridos. Esta última propiedad puede analizarse desde su aplicación en la elaboración de alimentos.

Los lípidos se clasificarán según diferentes criterios, por ejemplo, según sean polares/no polares, según sean saponificables. El trabajo con ceras, grasas y aceites permitirá introducir la referencia a ácidos carboxílicos y ésteres, así como las nomenclaturas respectivas. Se presentarán y nombrarán los ácidos grasos comunes en grasas y aceites y se introducirá la designación de estos ácidos grasos comunes atendiendo al número de carbonos, cantidad y ubicación de dobles enlaces. Esta denominación será complementada con la que se utiliza en ocasiones designando a los ácidos grasos según sea su pertenencia a la serie ω .

En el estudio de los ácidos grasos se clasificarán los alimentos según aporten ácidos grasos saturados o insaturados y se analizarán las cantidades relativas de distintos tipos de ácidos grasos (ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados) en los alimentos. La referencia a ácidos grasos insaturados permitirá, además, continuar trabajando con la noción de isomería; en este caso, la isomería geométrica a partir de la cual será posible referir a los ácidos grasos cis y ácidos grasos trans y contextualizar esta clasificación, por un lado, en el proceso de conversión por hidrogenación en procesos de relevancia industrial y, por otro, en los efectos sobre la salud. Este último aspecto será especialmente considerado al analizar la composición lipídica de las dietas desde una doble perspectiva –cuantitativa y cualitativa–. Esta doble consideración se trabajará desde el perfil de grasa de una dieta, atendiendo a los diferentes tipos de grasa que tienen interés nutricional y los porcentajes que recomendados en la dieta.

La reacción de saponificación de grasas y aceites permite referir al proceso industrial de producción de jabones. La fórmula de un jabón se escribirá en el contexto de la ecuación química que represente el proceso global de su obtención y el análisis de su estructura posibilitará trabajar sobre su mecanismo de acción a través de la formación de micelas. En este contexto, además, se introducirán los detergentes indicando sus puntos de contacto y divergencia con los jabones. También, y en el contexto este trabajo, se introduce la clasificación de detergentes según sean iónicos, no iónicos y biodegradables.

Otros biolípidos –como los fosfolípidos y esfingolípidos– serán trabajados desde su función como constituyentes de membranas celulares. En estos casos no se enfatizará en el desarrollo

exhaustivo de las diferentes estructuras de estos lípidos; atendiendo a la relación estructura-función, se pretende la identificación de su carácter anfipático a través de ejemplos que permitan inferir la representación del tipo cabeza-cola que suele utilizarse en estos casos a efectos de explicar la estructura bicapa de una membrana celular.

Estructuralmente, los aminoácidos serán conceptualizados en términos de α -aminoácidos. Se clasificarán según sean o no indispensables y, además, según la naturaleza estructural de la cadena lateral. La primera de estas clasificaciones permitirá trabajar sobre la calidad proteica de los alimentos a través de la noción de valor biológico.

La estructura primaria de las proteínas será presentada a través de la reacción de condensación entre aminoácidos identificándose, además, los extremos N-terminal y C-terminal. La naturaleza de las interacciones presentes en las estructuras proteicas permitirá, por un lado, una introducción al estudio de los diferentes niveles de organización de las proteínas; por otro, la consideración de ejemplos de proteínas, como la del colágeno permitirá, además, trabajar desde sus implicaciones alimentarias atendiendo a que las propiedades de los alimentos, en particular de las carnes, dependen del comportamiento de ciertas proteínas frente a la cocción. Por otra parte, la composición de proteínas en la leche en términos de sus proteínas más abundantes, lactosuero y la caseína, permitirá analizar la calidad proteica en cada caso y trabajar sobre diferentes formas de separación de ambas fracciones. También, el estudio de los diferentes niveles de organización proteica se aplicará a comprender la descripción de las estructuras de las proteínas presentes en los alimentos considerados.

Se enfatizará en la función biológica de las proteínas como enzimas. El modelo del complejo activado permitirá explicar la función enzimática y se trabajará sobre algunos de los factores que modifican la actividad enzimática –el pH y temperatura–, considerando el efecto que el proceso de desnaturalización posee en los diferentes niveles de organización proteica y, además, explicando estos procesos en los alimentos a través de ejemplos cotidianos. La clasificación de las enzimas según las reacciones químicas en las que participan, permitirá una lectura adicional de algunas de las reacciones involucradas en los procesos metabólicos a trabajar.

En relación con el metabolismo, en primer lugar, se pretende trabajar sobre aspectos generales de las rutas metabólicas diferenciando procesos anabólicos de procesos catabólicos siendo relevante, además, enfatizar en la existencia de procesos de regulación en toda vía metabólica. Trabajando sobre la glucólisis, se conceptualizará a esta ruta como un proceso complejo compuesto por una serie larga de reacciones químicas encadenadas, sin necesidad de detallar las mismas. En tal sentido, no se pretende el reconocimiento de las fórmulas de las sustancias que participan de la misma, ni el análisis de las reacciones de la ruta. Podrá trabajarse sobre la ruta indicándose los nombres de las sustancias que participan en ella y, desde su descripción, interpretar la ecuación química global que representa la glucólisis durante el proceso de respiración.

En este contexto, se trabajará sobre los procesos de glucólisis, ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa. Consideraciones análogas a las realizadas para la ruta glucolítica se extienden para el ciclo de Krebs. De la misma manera, tanto la cadena respiratoria como la fosforilación oxidativa serán trabajadas como procesos que permiten transformar poder reductor en ATP, sin necesidad de mostrar detalles de los procesos involucrados.

La identificación de las formas moleculares reducida y oxidada de las moléculas responsables de acumular poder reductor serán trabajadas sin mayor detalle estructural en su forma global,

a efecto de identificar las etapas de su producción y para el balance energético por etapa y global. Se recordará que cada reacción metabólica es catalizada por una enzima específica y que la regulación de las vías metabólicas se realiza regulando la actividad de algunas enzimas que participan en la misma. El seguimiento de algunas de las reacciones de estas vías puede realizarse según el tipo de enzima que participa en cada una de ellas –recuperando, en este caso, la clasificación oportunamente realizada para las enzimas–. El ATP debe ser entendido como una molécula compleja enfatizando los enlaces de alta energía fosfato-fosfato.

Es importante que los procesos de fermentación y respiración sean adecuadamente diferenciados. Por otra parte, deberán trabajarse los cálculos para los rendimientos energéticos de la glucosa en ambas situaciones.

El catabolismo de los ácidos grasos será analizado de forma análoga a la glucólisis considerando, por un lado, la remoción sucesiva de la cadena carbonada por oxidación; por otro, el acoplamiento con el ciclo de Krebs. Además, se propone ofrecer un panorama general sobre la integración metabólica entre los procesos ejemplificados en el contexto general de las restantes rutas anabólicas y catabólicas.

Se analizarán los condicionantes para una dieta nutricionalmente equilibrada y cómo satisfacer estos criterios. Desde la noción de valor energético, se estudiarán comparativamente los aportes energéticos de hidratos de carbono, grasas y proteínas. Se describirán los diferentes componentes del gasto energético y las demandas calóricas. En este contexto, se realizarán cálculos de necesidades energéticas a partir de la tasa metabólica basal y, además, se evaluarán consumos energéticos a partir de la elaboración de un diario nutricional. Este balance energético, entre las necesidades de energía y la ingesta calórica, se analizará desde sus posibles consecuencias sobre la salud y desde el perfil calórico, en tanto índice de calidad de dieta.

Los aditivos alimentarios permitirán hacer referencia a los componentes no nutritivos de una dieta. Se trabajarán desde las ventajas/desventajas de su empleo. Esto último podrá delimitarse desde las situaciones en las que no deben utilizarse y considerando las condiciones que debe reunir un aditivo. El trabajo con aditivos se propone desde la identificación de colorantes, sulfatos, sulfitos, por ejemplo. La referencia a edulcorantes bajos en calorías no naturales –realizada más arriba en el contexto de los carbohidratos– puede ser retomada en este contexto como ejemplo de edulcorantes no naturales.

Como resultado del trabajo sobre estos contenidos, los estudiantes podrán:

- utilizar el lenguaje simbólico propio de la química al escribir fórmulas de compuestos orgánicos;
- describir las funciones principales de las biomoléculas estudiadas en los sistemas vivos;
- reconocer y explicar las funciones biológicas de cada una de las clases de biomoléculas;
- clasificar a las vitaminas según su solubilidad y describir las diferencias más relevantes entre las liposolubles y las hidrosolubles;
- clasificar a los monosacáridos según su pertenencia a la serie de las cetosas o serie de las aldosas y explicar el desarrollo de cada una de las series;
- dibujar las estructuras de Harworth para los monosacáridos, disacáridos y polisacáridos;
- describir las características estructurales generales de las moléculas que componen los principales grupos de lípidos;

- explicar las diferencias estructurales entre ácidos grasos saturados e insaturados.
- nombrar ácidos grasos de importancia biológica y clasificarlos según la localización de los dobles enlaces;
- describir la estructura de los aminoácidos que se encuentran en los seres vivos y clasificarlos según sean esenciales o no esenciales;
- describir y ejemplificar los diferentes niveles de organización de las proteínas;
- explicar el modelo del complejo activado e interpretar, a partir de su empleo, la acción enzimática;
- identificar a las enzimas a partir de una clasificación sobre la base de sus funciones.
- describir las características generales de las rutas metabólicas;
- diferenciar etapas anabólicas de etapas catabólicas en cuanto a sus características generales;
- describir la estructura del ATP y vincular a ésta con sus propiedades y funciones;
- explicar la importancia del ciclo de Krebs en el metabolismo celular;
- explicar, en términos generales, las etapas de los procesos de respiración y fermentación;
- calcular y explicar el rendimiento energético en ATP para los procesos de respiración y fermentación;
- comparar las características generales de los procesos catabólicos de los ácidos grasos y la glucosa;
- analizar la importancia de los procesos catabólicos estudiados y su integración en el contexto general de los restantes procesos anabólicos y catabólicos;
- presentar la información científica cuantitativa y cualitativa utilizando un vocabulario técnico adecuado a diferentes públicos, utilizando símbolos y notación técnica, gráficos y cálculos;
- identificar las clases principales de nutrientes indispensable para la salud;
- justificar los criterios generales a tener en cuenta en la valoración de la dieta;
- calcular las necesidades energéticas de una dieta y el consumo de energía para una dieta.

Eje temático 3: Química en procesos industriales

Núcleo 1: Molaridad como expresión de concentración. Procesos de equilibrio. Constante de equilibrio, cociente de equilibrio y sus usos operacionales. Principio de Le Chatelier. Producción de Amoníaco. El proceso Bosch para la producción de hidrógeno a partir de agua y carbón mineral. El proceso Haber de producción de amoníaco a partir de nitrógeno y de hidrógeno. Producción de óxido nitroso a partir de amoníaco con el proceso Ostwald.

Núcleo 2: Metales y Metalurgia. Minerales. Mena y ganga. Estequiometría. Pureza de los reactivos y cálculo de pureza. Rendimiento de las reacciones químicas. Cálculos energéticos. Reacciones endotérmicas y exotérmicas. Procesos redox para separar metales de sus menas.

En este eje se trabaja la noción de reversibilidad en los procesos químicos y su desarrollo supone la introducción de la molaridad como forma de expresión de concentración. Desde este contexto se recupera el concepto de cantidad de sustancia trabajado en el eje 1 –Química y petróleo– y se amplía el trabajo con las diferentes formas de expresar la concentración de una solución iniciado en la Educación Secundaria.

La posibilidad de desplazar en uno u otro sentido a una reacción química, mediante un cambio adecuado de las condiciones de la reacción, se explicará trabajando el principio de Le Chatelier, analizando cualitativamente el efecto de cambios en las concentraciones de reactivos y productos, cambios en la presión, volumen, temperatura y adición de un catalizador. Para el análisis de los desplazamientos por cambios en la temperatura, se recuperarán las nociones de reacción exotérmica y reacción endotérmica trabajadas en la materia Físicoquímica durante el 3º año de la Educación Secundaria. Es importante analizar el significado de la constante de equilibrio en términos del predominio de reactivos o productos en la mezcla de reacción. La noción de equilibrio químico se trabajará en un nivel introductorio y, en tal sentido, limitada a sistemas homogéneos en fase gaseosa. La constante de equilibrio será empleada para predecir el sentido en el que se producirá una reacción química a partir de la evaluación del cociente de reacción y para su cálculo a partir de las concentraciones de reactivos y productos en el equilibrio.

La producción industrial de amoníaco es un proceso que permite ejemplificar los contenidos trabajados en este eje temático por ejemplo, desde las condiciones de presión y temperatura adecuadas para su producción. Además, la consideración simultánea del proceso de producción de hidrógeno (proceso Bosch) permitirá trabajar en la descripción de un esquema global que represente las etapas del proceso de producción de amoníaco. En este sentido, y a partir de la presentación del proceso, es posible analizar, por ejemplo, la obtención de los gases de síntesis y las dificultades técnicas para la obtención de amoníaco. Consideraciones análogas pueden realizarse en el análisis de la producción de ácido nítrico y del aluminio. De particular relevancia es considerar los efectos de contaminación atmosférica producidos por estas industrias.

Por otra parte, la consideración de procesos químicos de relevancia industrial permite recuperar –por ejemplo desde el contexto histórico de su desarrollo– aspectos vinculados a la discusión del rol social de la ciencia, desde el análisis de las consecuencias que la producción industrial de compuestos químicos posee en el ámbito socioeconómico. Además, y en el contexto de esta discusión, permite trabajar con aspectos vinculados a la producción de conocimiento en la comunidad científica. La producción de amoníaco es un ejemplo interesante en este sentido. Por un lado, el contexto en el que surge el proceso Haber permite analizar su importancia tanto para la producción de fertilizantes como de explosivos. Por otra parte, es una propuesta que, dentro de la comunidad científica y en su contexto histórico, compitió con otras alternativas para la producción de amoníaco. La consideración de estos aspectos, entre otros, permite, además, recuperar aspectos vinculados a la imagen sobre la actividad científica, según el enfoque oportunamente propuesto en este Diseño Curricular y en las materias escolares de Físicoquímica, durante el Ciclo Básico.

En este eje, además, se dirige la atención a procesos industriales que involucran la obtención de metales. Se pretende una descripción general de las etapas más importantes del proceso de metalurgia, sin considerar el análisis exhaustivo de los procesos de obtención de los metales. Por ejemplo, y entre estas etapas generales, la reducción a metales libres permitirá recuperar el trabajo con reacciones redox, en este caso en un proceso de producción industrial. Ejemplificar esta etapa para los procesos de reducción de algunos metales permitirá la identificación de hemi-reacciones de oxidación y reducción, de agente oxidante y de agente reductor, nociones oportunamente presentadas en Físicoquímica en 3º año de la Educación Secundaria. El hierro, el cobre y el aluminio sirven de ejemplo de los diversos métodos usados en la importante industria de los metales. Se considerarán las formas químicas en las que los metales de importancia industrial se presentan en la naturaleza. En este contexto, se diferenciarán los

metales en términos de su reactividad relativa. Esta última propiedad, recuperar y profundizar en el tratamiento de escalas relativas de "oxidabilidad" trabajadas en Fisicoquímica y permitirá predecir la facilidad relativa para recuperar un metal a través del proceso de metalurgia. En tal sentido, se describirán y analizarán comparativamente los diferentes procesos redox para separar metales de sus menas.

Es importante que el proceso industrial de obtención de metales sea contextualizado desde la importancia socioeconómica del metal. Desde esta perspectiva, por un lado, adquiere relevancia el análisis de los usos del metal, lo que remitirá a considerar las propiedades del metal considerado. Por otra parte y, paralelamente, será necesario tanto el estudio de la disponibilidad de depósitos naturales como del posible reciclado del metal. La disponibilidad del metal en depósitos naturales puede ser estudiada desde la composición porcentual de este último en diferentes minerales y, además, será contextualizada entre los factores considerados relevantes en la evaluación de la utilidad de extracción de una mena. La identificación y análisis de estos factores permitirá considerar el proceso de producción del metal integrado a un contexto desde el cual adquiere relevancia socioeconómica.

El empleo de las reacciones más importantes en la obtención del hierro, permiten trabajar con cálculos estequiométricos que involucren pureza de reactivos y rendimiento. En este sentido, y desde el contexto de industrias químicas de importancia socioeconómica, este eje temático permite retomar y profundizar el tratamiento de relaciones estequiométricas, iniciado en el eje temático de Química y petróleo. Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los estudiantes podrán:

- explicar la información que proporciona la constante de equilibrio y el cociente de reacción;
- conceptualizar la naturaleza dinámica del equilibrio químico;
- reconocer los factores que afectan el equilibrio de una reacción química y predecir los diferentes efectos en situaciones específicas;
- utilizar la constante de equilibrio de una reacción química en cálculos sencillos;
- utilizar el cociente de reacción para evaluar si un sistema se encuentra en equilibrio y, de no estarlo, predecir en qué sentido se desplazará la reacción hasta alcanzar el equilibrio;
- presentar la información científica cuantitativa y cualitativa utilizando un vocabulario técnico adecuado a diferentes públicos, utilizando símbolos y notación técnica, gráficos y cálculos;
- realizar cálculos estequiométricos utilizando pureza de los reactivos, la noción de reactivo limitante y rendimiento;
- explicar la relevancia socioeconómica e histórica de los procesos estudiados de producción industrial;
- identificar y analizar los factores que influyen en la evaluación de la viabilidad de una mena;
- describir y analizar comparativamente los diferentes procesos redox para separar metales de sus menas.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

En esta sección se proponen orientaciones para el trabajo en el aula a partir de los contenidos establecidos para este año. Las orientaciones toman en consideración dos aspectos. Por un lado, presentar como actividades de aula algunas de las prácticas que son específicas de esta disciplina y están relacionadas tanto con los conceptos como con sus metodologías. Por otro, resignificar prácticas escolares y didácticas que, aunque puedan ser habituales en la enseñanza de la Química, muchas veces, por un uso inadecuado o rutinario, van perdiendo su significado y valor formativo. Se incluyen, además, orientaciones para la evaluación consistentes con la perspectiva de enseñanza.

De acuerdo con esto, se señalan tres grandes pilares del trabajo en las clases de química, que si bien no deberían pensarse ni actuarse en forma aislada, constituyen unidades separadas a los fines de la presentación. Estos pilares son:

- hablar, leer y escribir en Química;
- trabajar con problemas de Química;
- conocer y utilizar modelos en Química.

HABLAR, LEER Y ESCRIBIR EN QUÍMICA

“Ningún científico piensa con fórmulas. Antes de que el físico comience a calcular ha de tener en su mente el curso de los razonamientos. Estos últimos, en la mayoría de los casos, pueden expresarse con palabras sencillas. Los cálculos y las fórmulas constituyen el paso siguiente”.

Albert Einstein.

La comunicación (de ideas y/o resultados) es una actividad central para el desarrollo científico y por lo tanto, desde la perspectiva de la ACT constituye un elemento central en la enseñanza de la ciencia escolar, lo que significa que debe ser explícitamente trabajada, dando tiempo y oportunidades variadas para operar con ella y sobre ella.

Como dice Lemke “[...] no nos comunicamos sólo a través del intercambio de signos o señales, sino gracias a la manipulación de situaciones sociales. La comunicación es siempre una creación de una comunidad”. Comunicar ideas científicas no implica sólo manejar los términos específicos de las disciplinas sino poder establecer puentes entre este lenguaje específico y el lenguaje más coloquial acerca de la ciencia.

Por ello es que se pretende establecer en el aula de Química una *comunidad de aprendizaje*. Esto implica gestionar el aula de tal manera que los intercambios de ideas, opiniones y fundamentos ocurran como prácticas habituales, permitiendo a los alumnos adentrarse en un mundo de conceptos, procedimientos y acciones específicas.

Son conocidas los obstáculos que enfrentan los estudiantes con el lenguaje en las clases de ciencias: es habitual comprobar que presentan dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos significativos y organizarlos de manera coherente. Otras veces, no distinguen entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano y por ende los utilizan en forma indiferenciada. A menudo, o bien escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien muy cortas sin justificar ninguna afirmación.

Muchas veces es difícil precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder a la demanda que plantean las tareas o al dominio del género lingüístico correspondiente. A menudo se sostiene que los diferentes géneros lingüísticos se aprenden en las clases de lengua y que no son objeto de aprendizaje en las clases de ciencias.

Sin embargo, desde el enfoque sostenido en este Diseño se acuerda con lo expresado por Sanmartí⁴ al decir "las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas, y el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución y debe realizarse dentro de las clases de ciencias". Es decir, las dificultades que experimentan los estudiantes en relación con las prácticas de lenguaje propias de las materias de ciencias, solo pueden superarse a través de un trabajo sistemático y sostenido sobre el lenguaje en el contexto de las disciplinas específicas en la que tales prácticas se significan.

Las habilidades discursivas que requieren las descripciones, las explicaciones y las argumentaciones, como expresiones diversas pero características de las ciencias, constituyen formas de expresión del lenguaje científico, caracterizadas por contenidos propios. Por lo tanto, no es posible pensar que las mismas pueden ser enseñadas exclusivamente en las clases de lengua. Es precisamente en las clases de ciencia, donde los géneros específicos adquieren una nueva dimensión al ser completados por los términos que les dan sentido. Y así como cualquier persona es capaz de hablar y comunicarse en el lenguaje de su propia comunidad, todo estudiante es capaz de aprender el lenguaje característico de las ciencias, si el mismo se pone en circulación en las aulas.

El lenguaje es un mediador imprescindible del pensamiento; no es posible pensar sin palabras y formas lingüísticas. Los conceptos se construyen y reconstruyen, social y personalmente, a partir del uso de las expresiones del lenguaje que se manejan dentro de un grupo que les confiere sentido. Por ello, es el aula de ciencias, el ámbito donde tales sentidos se construyen a partir de palabras y expresiones del lenguaje, pero con una significación propia y gradualmente más precisa. Es en este sentido que se sostiene, desde el enfoque de este Diseño, que el aula de Química debe constituirse en una comunidad de aprendizaje. Así como es importante la discusión y el debate de ideas para la construcción del conocimiento científico, también será necesario, para la construcción del conocimiento escolar, dar un lugar importante a la discusión de las ideas en el aula y al uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos, como paso previo y necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la química se vuelva significativo para los estudiantes.

Este cambio de perspectiva es importante, ya que presupone una revisión de la manera tradicional de plantear las clases de Química. Por lo general, las clases se inician exponiendo los

⁴ Sanmartí N., "Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias" en *Enseñanza de las Ciencias*, 2000, 18 (3)

conceptos de forma ya "etiquetada" a través de definiciones, para pasar luego a los ejemplos y por último a las ejercitaciones. Lo que aquí se expresa, en cambio, es un recorrido que va desde el lenguaje descriptivo y coloquial de los estudiantes sobre un fenómeno o problema planteado por el/la docente, hacia la explicación del mismo, llegando a la definición formal como último paso en el camino de construcción del concepto.

Dentro de este enfoque serán actividades pertinentes el trabajo de a pares, el trabajo en pequeños grupos y los debates generales, en los que las prácticas discursivas resultan fundamentales para establecer acuerdos durante la tarea, al expresar disensos o precisar ideas, hipótesis o resultados vinculados con los conceptos de Química.

Estas consideraciones implican que en la práctica concreta del trabajo escolar en Química los estudiantes y el docente, como miembros de una comunidad específica –la del aula de Química– lleven adelante, de manera sostenida y sistemática, las siguientes acciones:

- leer y consultar diversas fuentes de información y contrastar las afirmaciones y los argumentos en las que se fundan con las teorías científicas que den cuenta de los fenómenos involucrados;
- cotejar distintos textos, comparar definiciones, enunciados y explicaciones alternativas. Para esto es necesario seleccionar y utilizar variedad de textos, revistas de divulgación o fuentes de información disponiendo el tiempo y las estrategias necesarias para la enseñanza de las tareas vinculadas al tratamiento de la información científica;
- trabajar sobre las descripciones, explicaciones y argumentaciones, y fomentar su uso tanto en la expresión oral como escrita. Es importante tener en cuenta que estas habilidades vinculadas con la comunicación son parte del trabajo escolar en esta materia y por lo tanto deben ser explícitamente enseñadas generando oportunidades para su realización y evaluación. El trabajo con pares o en grupos colaborativos favorece estos aprendizajes y permite ampliar las posibilidades de expresión y circulación de las ideas y conceptos científicos a trabajar.
- producir textos de ciencia escolar adecuados a diferentes propósitos comunicativos (justificar, argumentar, explicar, describir).
- propiciar la escritura de textos específicos teniendo en cuenta la comunicación de ideas a diferentes destinatarios. De este modo, para garantizar la comprensión, se evita la copia del discurso del docente o del libro de texto.

Para que estas actividades puedan llevarse adelante el docente como organizador de la tarea deberá incluir prácticas variadas como:

- presentar los materiales o dar explicaciones antes de la lectura de un texto para favorecer la comprensión de los mismos y trabajar con y sobre los textos de Química en cuanto a las dificultades específicas que éstos plantean (léxico abundante y preciso, estilo de texto informativo, modos de interpelación al lector, etcétera);
- precisar los formatos posibles o requeridos para la presentación de informes de laboratorio, actividades de campo, visitas guiadas, descripciones, explicaciones, argumentaciones, planteo de hipótesis;
- señalar y enseñar explícitamente las diferencias existentes entre las distintas funciones de un texto: describir, explicar, definir, argumentar y justificar, al trabajar con textos tanto orales como escritos;

- explicar y delimitar las demandas de tareas hechas a los estudiantes en las actividades de búsqueda bibliográfica o en la presentación de pequeñas investigaciones (problema a investigar, formato del texto, citas o referencias bibliográficas, extensión, ilustraciones, entre otras) o todo elemento textual o paratextual que se considere pertinente;
- leer textos frente a los estudiantes, en diversas ocasiones y con distintos motivos, especialmente cuando los mismos presenten dificultades o posibiliten la aparición de controversias o contradicciones que deban ser aclaradas, debatidas o argumentadas.

La actuación de un adulto competente en la lectura de textos científicos, ayuda a visualizar los procesos que atraviesa un lector al trabajar un texto de Química con la intención de conocerlo y comprenderlo.

Además de lo expuesto, el discurso científico en Química presenta algunas especificidades debido a que se utilizan distintos niveles de descripción, representación y formalización. En este sentido, el lenguaje que se utiliza habitualmente es compartido por toda la comunidad y los científicos expresan ideas también con las formas discursivas, sintácticas y gramaticales del lenguaje cotidiano. Esta cuestión oscurece, a veces, el significado de algunos términos que, utilizados corrientemente, tienen connotaciones diferentes a las que se le da en el ámbito científico. Términos como energía, fuerza, masa, electricidad, materia, tienen un significado muy distinto en el aula de Química que en el uso cotidiano. De modo que el aprendizaje del uso preciso de los términos es un propósito fundamental de la enseñanza de la Química.

Esto no implica, sin embargo, que se pueda dar por comprendido un concepto, exclusivamente, a partir del uso correcto del término, pero sí que es un elemento necesario en la enseñanza. La necesidad de precisar el significado de los conceptos, no sólo debe incluir el uso de los términos específicos, sino también garantizar que los estudiantes tengan la oportunidad de construirlos, partiendo de sus propias formas de expresarse hasta enfrentarse a la necesidad de precisar y consensuar los significados, evitando que sólo los memoricen para repetirlos. Además, es preciso considerar el uso de las expresiones adecuadas a cada nivel de descripción de los objetos de la Química. Más precisamente, establecer la diferencia para los diversos niveles de descripción –macroscópico o atómico-molecular– y utilizar, para cada uno, los términos que resulten adecuados. En particular, y para este año en el que se trabaja con ambos niveles de descripción de manera explícita, es imprescindible remitir al nivel correspondiente en cada caso, resaltando cuáles son los términos que dan cuenta de los fenómenos en cada nivel de descripción.

En relación con los contenidos definidos para la materia Introducción a la Química y en toda ocasión en que se haga referencia a las propiedades de las sustancias, deberá hacerse explícito que las mismas solo se revelan a nivel macroscópico, lo mismo que al trabajar sobre las fuerzas intermoleculares, se prestará especial atención en mostrar que las mismas solo son producto de la interacción entre moléculas y no de las moléculas tomadas como unidades individuales. Es decir, es incorrecto decir, por ejemplo, que las moléculas de etanol “tienen” puente hidrógeno –aunque en la jerga química se entienda el contenido de la expresión. Corresponde explicitar, en cambio, que entre las moléculas de etanol, se producen interacciones de tipo puente hidrógeno. Esta diferencia que puede resultar menor para un químico, dado que es parte de la propia jerga profesional, es, sin embargo, fundamental para quien recién se inicia en el uso de estas expresiones, pues resalta el modo en que las moléculas interactúan entre sí, exponiendo con mayor claridad el fenómeno que se está analizando. En aquellos casos en que se haga referencia a reacciones químicas o intercambios de energía durante una reacción, los términos utilizados remitirán a fenómenos del orden macroscópico involucrados en estos procesos.

Por último, es necesario consignar que cada disciplina tiene un “dialecto propio”. En este sentido sus simbolismos también deben ser aprendidos, como parte de la inmersión de los estudiantes en esa comunidad específica de la química escolar. La enseñanza de estos simbolismos, requiere hacer evidentes las necesidades que llevaron a crearlos y las ventajas que de ello derivan, mostrando su lógica interna, en lugar de transmitir un compilado de fórmulas a memorizar. Es necesario establecer cómo, por qué y para qué surgieron y cómo son utilizados estos “lenguajes particulares” cuyo aprendizaje como señala Lemke⁵ genera para los estudiantes dificultades análogas al aprendizaje de una lengua extranjera.

Desplegar estas actividades es también un modo de mostrar a la producción científica como una actividad humana en toda su complejidad. Actividad que se desarrolla en una comunidad de hombres y mujeres que hablan sobre temas específicos con su lenguaje propio –construido sobre la base del lenguaje coloquial y precisado a través de símbolos, ecuaciones y expresiones corrientes– a través del cual se expresan, muestran sus disensos y consensos y a partir del cual se hace posible la comprensión común de los fenómenos que se analizan y la construcción de los marcos teóricos y metodológicos que les sirven como referencia.

La enseñanza en Introducción a la Química debe promover que, gradualmente, los estudiantes incorporen a su lenguaje coloquial los elementos necesarios del lenguaje particular de la química, que les permita comprender y comunicarse con otros acerca de fenómenos y procesos propios de este campo de conocimiento.

Las fórmulas, los símbolos y las representaciones

Dentro de la enseñanza de la Química el uso que se haga de las ecuaciones matemáticas es un punto que debe aclararse. Es fundamental que, al utilizar estas expresiones, el estudiante pueda comprender qué es lo que expresa la ecuación, en qué clase de fenómenos corresponde su aplicación, cuáles son las variables que intervienen, así como las reglas necesarias para obtener valores numéricos a partir del pasaje de términos. Una consideración especial merece el problema de las unidades y el análisis del significado químico de las mismas. Estos contenidos, ya trabajados en matemática, desde el aspecto formal, deben ser retomados y transferidos al ámbito de las aplicaciones en química. Esto significa que deben ser explícitamente enseñados y resignificados en el ámbito específico de las clases de química para vincularlos con los fenómenos a los que aluden. Del mismo modo, resulta necesario explicar cómo se traduce esa fórmula al ser utilizada para construir una tabla de valores o los gráficos correspondientes. Estas representaciones forman parte del lenguaje de la Química y los estudiantes deben poder leerlas, interpretarlas y traducirlas correctamente con sus propias palabras, hasta darles el significado compartido que las mismas tienen dentro de la comunidad de referencia.

Esto significa que hablar en un lenguaje coloquial para hacerlo progresivamente más preciso, no implica hacer una traducción incorrecta de la naturaleza de la expresión, sino mostrar que hay formas de expresarla –y por lo tanto de comprenderlas– que resultan equivalentes. Del mismo modo, se debe poner de relieve qué expresiones son incorrectas, revelan una falta de comprensión o son contradictorias con el significado de la ecuación.

⁵ Lemke, J., *Aprender a hablar ciencias*. Buenos Aires, Paidós, 1997.

Por un lado, en este apartado es importante hacer un señalamiento respecto de la enseñanza de las fórmulas químicas y la nomenclatura y, por otro, del uso de las ecuaciones matemáticas para expresar resultados o predecir comportamientos de diversos sistemas.

Respecto del primer aspecto, es importante destacar que durante los tres primeros años de la escolaridad secundaria, se introduce la lectura y escritura de fórmulas por parte de los estudiantes. En relación con la nomenclatura de sustancias químicas, en los años anteriores de la Educación Secundaria, se prescribió enseñar a los estudiantes algunas de las convenciones que la química utiliza para nombrar sustancias, así como la clasificación de compuestos binarios sencillos. En esta materia se trabajará con la nomenclatura de compuestos orgánicos. Los estudiantes deberán escribir y nombrar compuestos orgánicos sencillos, de acuerdo con las convenciones establecidas por la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada). En el caso de algunos compuestos orgánicos, las denominaciones más empleadas no responden a las reglas de la nomenclatura sistemática: esta situación es frecuente en el caso de carbohidratos, aminoácidos y ácidos grasos, entre otros compuestos. Estas formas de nomenclatura no sistemáticas serán trabajadas en algunos compuestos orgánicos y diferenciadas oportunamente de aquellas formas sistemáticas empleadas para otros casos. No obstante, debe tenerse presente que la nomenclatura y la simbología químicas son temas imprescindibles para estudios posteriores y parte del trabajo en Química.

No se pretende que el aprendizaje de la nomenclatura sea un contenido en sí mismo, sino que su tratamiento esté al servicio de las necesidades de aprendizaje de los temas prescriptos. En particular, resulta útil conocer los nombres de los principales grupos funcionales y de aquellas sustancias de uso más frecuente, aunque no se pretende hacer un uso extendido de la nomenclatura como contenido escolar.

La lectura de las ecuaciones químicas se trabaja desde el 2° año y se complejiza progresivamente. El estudio de la noción de *cantidad de sustancia* que se introduce en esta materia amplía las posibilidades de lectura de las ecuaciones químicas, aspecto que debe trabajarse profundamente en lo relativo al lenguaje propio de la química. Es preciso que el docente lea y signifique las ecuaciones químicas que se trabajen en los diversos núcleos. La noción de equilibrio químico, introduce la necesidad de reconocer su naturaleza dinámica, en particular, desde la lectura de la ecuación química que lo representa. Además, resulta necesario explicitar el carácter de *proceso*, implícito en la expresión de la ecuación química.

Para operar con estos conceptos y con los procedimientos a ellos asociados y calcular, de manera efectiva, se hace imprescindible introducir la noción de cantidad de sustancia y su unidad, el *mol*. Esto implica introducir a los estudiantes en uno de los contenidos más problemáticos de la disciplina para los iniciados, pero su tratamiento resulta impostergable a la hora de comenzar a entender los marcos conceptuales, que a su vez son necesarios para la comprensión de los procesos químicos.

Será necesario en ese punto, prestar atención a la construcción del mencionado concepto –de un cierto grado de abstracción–, favorecer la resolución de ejercitaciones en las que, comenzando por un lenguaje coloquial, puede hacerse explícito el significado de la ecuación química y el principio de conservación. La introducción de la noción de mol profundiza sobre la idea

de conservación, pero admite nuevas lecturas de los procesos químicos, ahora, en términos macroscópicos.

Es necesario destacar cómo los coeficientes estequiométricos permiten leer los cambios químicos, evidenciando las relaciones cuantitativas de modo que la comprensión de la noción de conservación en los mismos, pueda ser leída tanto a nivel atómico-molecular, como macroscópico. Ese es el valor que tiene la idea de cantidad de sustancia –y su unidad, el mol– desde el punto de vista instrumental y es la clave en la comprensión de los conceptos y procedimientos asociados a las transformaciones químicas: ser una bisagra entre los fenómenos del mundo macroscópico, fenomenológico y la comprensión teórica de los mismos, en términos atómicos-moleculares.

Otro aspecto a trabajar en relación con las prácticas del lenguaje en el aula de Química, es la vinculación entre la estructura de las moléculas y las propiedades macroscópicas que de ello se derivan. Nuevamente es necesario destacar en la explicación, la relación existente entre estos dos niveles de descripción implicados.

En este año, son oportunidades especialmente interesantes para trabajar las prácticas de lenguaje en el campo de la química.

- El tratamiento de la relación entre estructura molecular y propiedades, en particular el punto de ebullición; es importante detenerse en el análisis de la argumentación que los estudiantes ofrecen en lo que respecta a las variables consideradas para la justificación. Se propone trabajar sobre las diferencias entre los puntos de ebullición de compuestos pertenecientes a una misma serie homóloga y, por otra parte, de compuestos con grupos funcionales diferentes.
- La escritura de las ecuaciones químicas que debe ser considerada desde una lectura apropiada, atendiendo a cuestiones tales como las relaciones estequiométricas involucradas, la noción de reversibilidad, los estados de agregación de los compuestos e intercambios de energía. Será importante que el estudiante reconozca la relevancia de explicitar selectivamente algunos de estos aspectos según las demandas de información requerida por la situación con la que se esté trabajando.

TRABAJAR CON PROBLEMAS DE QUÍMICA

La resolución de problemas es reconocida como una parte fundamental de los procesos de la ciencia, constituyendo una de las prácticas más extendidas. Como quehacer científico implica buscar respuestas a una situación a través de diversos caminos y chequear, además, que esa respuesta sea adecuada. Al resolver un problema, el experto, el científico, recorre en forma bastante aproximada los pasos señalados por Polya:⁶

1. identifica el problema y sus conexiones conceptuales;
2. genera un plan de acción en la búsqueda de soluciones;
3. obtiene resultados que interpreta;
4. por último, evalúa en qué medida los resultados son coherentes con las concepciones científicas propias de cada ámbito.

⁶ Polya G., *Cómo plantear y resolver problemas*. México, Trillas, 1987.

En todo momento, el experto monitorea la marcha de las acciones que lleva a cabo. Sigue un recorrido hacia adelante –hacia la resolución del problema a partir de los datos– que, sin embargo, no es lineal. Va y vuelve desde los datos al marco teórico, hasta obtener resultados satisfactorios o verosímiles.

Se espera que los estudiantes, en colaboración con un docente experto en la materia y con sus pares, vayan recorriendo esos mismos pasos al enfrentar problemas de ciencia escolar. El docente deberá promover las acciones necesarias para que al resolver distintos problemas de ciencia escolar los estudiantes adquieran estas habilidades con creciente autonomía. En este sentido al trabajar con problemas el docente buscará:

- presentar situaciones reales o hipotéticas que impliquen verdaderos desafíos para los estudiantes, que admitan varias soluciones o alternativas de resolución, en lugar de trabajar exclusivamente problemas cerrados con solución numérica única;
- promover la adquisición de procedimientos en relación con los métodos de trabajo propios de la química;
- requerir el uso de estrategias para su resolución y por lo tanto, la elaboración de un plan de acción en el que se revisen y cotejen los conceptos y procesos científicos involucrados y no sólo aquellos que presenten una estrategia inmediata de resolución –entendidos habitualmente como ejercicios –;
- integrar variedad de estrategias (uso de instrumentos, recolección de datos experimentales, construcción de gráficos y esquemas, búsqueda de información de diversas fuentes, entre otras) y no exclusivamente problemas que se realizan con lápiz y papel;
- ampliar las posibilidades del problema no reduciéndolo a un tipo conocido;
- fomentar el debate de ideas y la confrontación de diversas posiciones en el trabajo grupal durante el proceso de resolución de las situaciones planteadas;
- permitir que los estudiantes comprendan que los procedimientos involucrados en su resolución constituyen componentes fundamentales de la metodología científica en la búsqueda de respuestas a situaciones desconocidas.

Las cuestiones aquí planteadas exigen un trabajo de enseñanza muy distinto del que supone exponer un tema y enfrentar a los estudiantes a la resolución de ejercicios “tipo” con mayor o menor grado de dificultad. Es decir, la resolución de ejercicios o el uso de algoritmos sencillos es un paso necesario aunque no suficiente para el logro de los desempeños planteados, teniendo claro que el horizonte está puesto en alcanzar desempeños más ricos y complejos en los estudiantes.

El docente, como experto en cuestiones de Química, en sus métodos y sus conceptos, es quien está en mejores condiciones para recrear un panorama conceptual y metodológico a fin de facilitar el acceso de los estudiantes a este amplio campo de conocimientos. Sus acciones se encaminan a diseñar intervenciones y explicitaciones de su propio quehacer que propicie en los estudiantes tanto el aprendizaje de conceptos y procederes, como la reflexión sobre su propio pensamiento en materia de problemáticas científicas.

Si bien el trabajo con problemas puede utilizarse en cualquiera de los núcleos de contenidos de esta materia, se señalan a continuación algunos ejemplos en los cuales pueden plantearse ejercicios y algunos tipos de problemas más abiertos a modo de indicación.

Problemas cerrados o ejercicios: pueden plantearse en aquellos núcleos en los que el objetivo está ligado al aprendizaje del uso de fórmulas o ecuaciones matemáticas. En este año, aparecen prioritariamente en el eje referido a Química y Combustibles, al trabajar las relaciones estequiométricas, y los problemas sobre estado gaseoso; en el eje de Química y Alimentación, en relación con los cálculos sobre rendimiento de los procesos metabólicos; en el eje sobre Química y procesos industriales, en relación con las constantes de equilibrio y los cocientes de equilibrio, así como en los cálculos referidos a concentraciones molares de las soluciones. Al realizarse este tipo de ejercitaciones tendientes al aprendizaje o aplicación de un algoritmo, la secuencia debería comenzar por problemas en donde la cantidad de datos sea la estrictamente necesaria para obtener la respuesta y el procedimiento sea directo, siguiendo con situaciones en las cuales existan más o menos datos de los necesarios de modo que el estudiante deba decidir de qué manera seleccionar o buscar los datos pertinentes para la solución; así, se seguirá avanzando hasta lograr que el estudiante maneje con soltura y cada vez mayor autonomía tanto los conceptos vinculados como los algoritmos requeridos. Es importante que el docente tenga en cuenta algunas cuestiones a la hora de trabajar con ejercicios.

- La complejidad del problema no debe estar centrada en los algoritmos matemáticos necesarios para la resolución, ya que esto conspira tanto para el aprendizaje de la técnica como para la interpretación de la respuesta.
- El rol del docente, como experto, debe ser el de presentar, según el caso, un modelo de resolución del ejercicio, pensando en voz alta y explicitando los pasos que va siguiendo a la hora de resolverlo, pero a su vez intentando que los estudiantes puedan alcanzar una dinámica propia de resolución evitando que sólo consigan copiar al docente en los pasos seguidos.

Problemas abiertos: en general, cualquier investigación escolar puede pensarse como un ejemplo de resolución de problemas abiertos. En este año, estos problemas pueden plantearse en todos los ejes y núcleos de contenidos de la materia.

Según las pautas que se ofrezcan a los estudiantes para el trabajo, las investigaciones pueden ser *dirigidas* (aquellas en las que el docente va indicando paso a paso las acciones a realizar por los estudiantes) o *abiertas*, en las que, la totalidad del diseño y ejecución de las tareas está a cargo de los estudiantes, bajo la supervisión del docente. Esta división depende de muchos factores que el docente debe considerar, tales como: el nivel de conocimiento de los estudiantes respecto de conceptos y procedimientos que deban utilizarse, la disponibilidad de tiempos, la forma en que se define el problema, la diversidad de métodos de solución, entre otros. Como en todo aprendizaje, encarar investigaciones escolares implica una gradualidad, comenzando con trabajos más pautados hacia un mayor grado de autonomía de los estudiantes, en la medida en que éstos adquieran las habilidades necesarias. Es conveniente destacar que, dado que este enfoque de enseñanza tiene una continuidad a lo largo de toda la Educación Secundaria, a partir del 4° año es de esperar que los estudiantes hayan incorporado cierto nivel de destrezas, tanto en el plano procedimental como en el conceptual, que facilite el trabajo con investigaciones en este momento de su escolaridad.

Al realizar investigaciones con el fin de resolver un problema se ponen en juego mucho más que el aprendizaje de conceptos, por lo cual las investigaciones escolares no pueden reducirse a la realización de trabajos experimentales pautados, sino que deben implicar procesos intelectuales y de comunicación –cada uno explícitamente enseñado y trabajado por y con los estudiantes–.

Estas investigaciones escolares al servicio de la resolución de una problemática, pueden realizarse desde el inicio mismo de la actividad, dando oportunidades a los estudiantes para aprender las técnicas, procedimientos, conceptos y actitudes que resulten pertinentes en cada situación, en el curso mismo de la resolución del problema. Así entendidas, pueden llevarse a cabo en cualquier momento del desarrollo de una temática ya que no es necesario que el estudiante haya “aprendido” los conceptos para que pueda investigar, puede empezar a intuirlos o conocerlos a partir de la misma. Es decir, las investigaciones pueden ser el motivo a partir del cual los conceptos a trabajar surjan y aparezcan como necesarios en el contexto mismo de lo investigado.

A modo de síntesis se mencionan, siguiendo a Caamaño⁷ (2003), algunas fases del proceso seguido durante las investigaciones escolares que permiten orientar el trabajo:

- **Fase de identificación del problema:** en la que se permite a los estudiantes la discusión de ideas que permitan identificar la situación a resolver, conceptualizarla, formular las posibles hipótesis y clarificar las variables a investigar.
- **Fase de planificación de los pasos de la investigación:** en la que se confeccionan los planes de trabajo y se los coteja con el grupo de pares y con el docente.
- **Fase de realización:** en la que se llevan a cabo los pasos planificados, realizando la búsqueda de información o la recolección de datos experimentales.
- **Fase de interpretación y evaluación:** en la que los datos relevados se valoran, se interpretan y se comparan con los de otros grupos y otras fuentes hasta establecer su validez.
- **Fase de comunicación:** en la que se redactan informes o se expresan las conclusiones en forma oral al grupo o a la clase, propiciando los debates sobre los resultados o planteando nuevas investigaciones asociadas, que permitan profundizar la problemática trabajada. Es importante en este caso que la comunicación se establezca utilizando diversos formatos: afiches, láminas, gráficos, tablas, demostraciones de cálculos y no sólo a través de informes.

Es necesario recalcar que una tarea importante a cargo del docente es guiar a los estudiantes para que comprendan la lógica y la cultura propia del quehacer científico. De este modo, pensar una investigación escolar en el marco de la resolución de un problema, tiene como finalidad hacer evidente a los estudiantes la forma en que se plantean las investigaciones en el ámbito científico. Siempre hay alguna situación que no está del todo resuelta o en la que lo conocido hasta el momento resulta insatisfactorio para que se constituya en un problema.

Resulta preciso insistir en la realización de planes de acción, discutirlos con los grupos de estudiantes, dar orientaciones específicas o sugerencias cuando sea necesario, así como disponer los medios adecuados para la realización de las investigaciones, coordinar los debates o plenarios para hacer circular entre los estudiantes los resultados y conclusiones alcanzados.

Asimismo, es importante considerar los tiempos que requieren las investigaciones escolares. Es preciso planificar el tiempo y generar las oportunidades necesarias para los aprendizajes que deben realizarse ya que, junto con la obtención de información y datos, se están poniendo en juego destrezas y habilidades de diverso orden que hacen a la comprensión del modo de hacer ciencias. Seguramente la extensión variará de acuerdo con los diversos contextos, la disponibilidad de información, la profundidad de la cuestión planteada, el interés que despierte en los estudiantes, entre otros factores. Sin embargo, es necesario establecer que una investigación

⁷ Jiménez Aleixandre, M. P. y otros, *Enseñar ciencias*. Barcelona, Graó, 2003.

escolar requiere, como mínimo, de tres clases en las que puedan realizarse las fases de identificación y planificación, la realización y finalmente la comunicación.

La realización de una investigación escolar no implica, necesariamente, el uso de laboratorio o de técnicas experimentales sofisticadas. Muchas y muy buenas investigaciones escolares pueden realizarse a través de búsquedas bibliográficas o por contrastación con experiencias sencillas desde el punto de vista técnico, cuya realización puede llevarse a cabo en el aula o aun en los hogares. Las instancias de investigación escolar constituyen, también, buenas oportunidades para analizar casos de experimentos históricos que aportan datos valiosos acerca de la construcción de determinados conceptos y del recorrido que llevó a los modelos actualmente aceptados. De acuerdo con lo planteado, las actividades de investigación propuestas en las clases de Química deben estar orientadas de modo que los estudiantes aprendan a:

- elaborar planes de acción para la búsqueda de soluciones al problema o pregunta planteado;
- elaborar las hipótesis que puedan ser contrastadas por vía de la experiencia o de la búsqueda de información;
- diseñar experiencias o nuevas preguntas que permitan corroborar o refutar la hipótesis;
- realizar experiencias sencillas;
- utilizar registros y anotaciones;
- utilizar los datos relevados para inferir u obtener conclusiones posteriores;
- encontrar alternativas de solución ante los problemas presentados que sean coherentes con los conocimientos químicos;
- construir y reconstruir modelos descriptivos o explicativos de fenómenos o procesos;
- comunicar la información obtenida en los formatos pertinentes (gráficos, esquemas, ejes cartesianos, informes, entre otras);
- trabajar en colaboración con otros estudiantes para la resolución de la tarea, aceptando los aportes de todos y descartando aquellos que no sean pertinentes tras la debida argumentación;
- argumentar sobre distintas alternativas, y defender posturas particulares a partir de argumentos.

Y, para ello, los docentes deberán:

- plantear problemas de la vida cotidiana y/o situaciones hipotéticas que involucren los contenidos a enseñar;
- elaborar preguntas que permitan ampliar o reformular los conocimientos;
- orientar en la formulación de los diseños o hipótesis de trabajo de los grupos;
- explicar el funcionamiento del instrumental de laboratorio o de técnicas en los casos en que deban usarse al resolver el problema;
- plantear conflictos y contradicciones entre las ideas intuitivas o incompletas de los estudiantes y los conceptos o procedimientos a aprender;
- promover el interés por encontrar soluciones a problemas o preguntas nacidas de la propia necesidad de conocer de los estudiantes sobre los temas propuestos;
- estimular la profundización de los conceptos necesarios y precisos para responder a las preguntas o problemas formulados, para que el proceso de aprendizaje esté en consonancia con las prácticas de la actividad científica;
- orientar hacia la sistematización de la información, datos o evidencias que avalen o refuten las hipótesis planteadas por los estudiantes.

En esta materia puede proponerse la realización de investigaciones escolares en relación con prácticamente todos los contenidos planteados. Las investigaciones escolares que se realicen deben presentarse a partir de problemas o preguntas que son profundizados con ayuda bibliográfica o a través de trabajos experimentales de posible realización. En este sentido, se puede trabajar ampliamente con situaciones que promuevan investigaciones escolares en las que, además de las búsquedas bibliográficas, se realicen experiencias en las que se utilicen aparatos y/o técnicas sencillas.

Los estudiantes deberán ser capaces de formular, también, sus propios diseños de prácticas de laboratorio, en función de los resultados que esperan obtener de ellas, para lo cual deberán realizar una búsqueda y/o investigación acerca de las características del sistema a abordar. Este trabajo es fundamental en tanto permite la construcción de herramientas para resolver problemas a partir de estudios teóricos y para su puesta en práctica, desarrollándose así una relación entre teoría y práctica en el ámbito escolar. La investigación se configura así, como una actitud frente al mundo y al conocimiento, orienta a los estudiantes para la acción sobre la realidad y propicia la curiosidad, la habilidad de hacerse preguntas; de construir hipótesis, de registrar por escrito las observaciones realizadas. Es decir, la posibilidad de pensar, actuar y reflexionar colectivamente en la elaboración de propuestas.

En esta materia, muchos contenidos pueden trabajarse o profundizarse a través de trabajos de *investigación bibliográfica* como los vinculados con los usos de los derivados del petróleo, el aprovechamiento de la energía, las ventajas y desventajas de:

- el uso de diferentes fuentes de energía;
- el valor nutricional de distintas dietas;
- los aditivos que se agregan a los alimentos o
- los distintos métodos de purificación de metales.

También es posible y deseable que sobre estos contenidos se lleven adelante:

- debates en clase donde distintos grupos tengan que argumentar a favor de distintas posturas en relación con temas controversiales (como la obtención de energía a partir de diversas alternativas –agrocombustibles, energía solar, energía eólica, derivados del petróleo, energía nuclear–) debiendo sostener su posición y anticipar las posibles objeciones de los otros;
- sesiones de preguntas a expertos;
- visitas a distintas industrias, plantas petroquímicas, institutos o centros de investigación para conocer sus prácticas habituales y las medidas de seguridad que toman quienes trabajan con estos materiales;
- discusión con paneles de expertos de diversas procedencias sobre los peligros y posibilidades de la utilización de diversos productos;
- búsqueda de información en los medios, las organizaciones ecologistas o Internet para ampliar la mirada sobre los contenidos.

CONOCER Y UTILIZAR MODELOS EN QUÍMICA

Como ya se mencionara en los diseños curriculares de los años precedentes, los modelos son formas específicas de la actividad científica y su uso y construcción deben ser enseñados. Es necesario revisar el uso que suele hacerse de los modelos en las aulas. Una de las confusiones

más frecuentes consiste en homologar la enseñanza de la ciencia a la de modelos científicos aceptados, tomando a estos últimos como contenidos a enseñar.

Al recortarse de su necesaria interacción con el fenómeno, el "modelo" se vuelve carente de sentido y como objeto de enseñanza es poco asible y significativo. Al dejar de lado el problema que el modelo procura resolver, éste se transforma sólo en un esquema estático y no adquiere ningún significado para los estudiantes. Múltiples son los ejemplos de modelos que se han transformado en verdaderos objetos de enseñanza, tales como el modelo atómico, la cinemática del punto, el modelo de uniones químicas, entre otros. Todos ellos son ejemplos de construcciones que resultan funcionales para la ciencia pero que al aislarse de su contexto, se han vaciado de contenido y vuelto objetos abstractos de enseñanza, sin contacto explícito con los fenómenos a los que remiten.

Por ello, al trabajar con modelos deberá presentarse a los estudiantes cuál es la finalidad de su construcción, a qué pregunta o problema responde dicha modelización (por ejemplo, los modelos moleculares o los modelos de procesos para una reacción química), qué aspectos toma en cuenta y cuáles omite, en qué sentido está en correspondencia con la evidencia experimental disponible y en qué medida es una construcción idealizada de los fenómenos que pretende explicar. Es decir, trabajar con el modelo implica analizar sus bases y las consecuencias que de él se desprenden, de modo tal que el mismo pueda ser interpretado y utilizado en la explicación de determinado fenómeno, en lugar de ser memorizado sin comprender su contenido.

Es necesario tener presente que los estudiantes tienen representaciones y discursos previos que han construido en etapas anteriores,⁸ acerca de cómo suceden los fenómenos naturales. Estas representaciones son conjuntos de ideas entrelazadas que sirven para dar cuenta de fenómenos o de situaciones muy amplias como la flotación, el movimiento de los objetos, la disolución de un sólido en un líquido o los intercambios de energía.

Conocer estas representaciones es más que reconocer si los términos empleados por los estudiantes son los más apropiados desde el punto de vista científico. Se trata de entender cuál es la lógica interna que se juega en estos modelos, dado que ellos serán la base de los futuros aprendizajes. El proceso de indagación de estas representaciones debe promover condiciones para que las mismas se hagan explícitas.

Para indagar estas ideas, representaciones o modelos previos, no se debe recurrir a preguntas que no evalúen un contenido escolar previo, como por ejemplo, ¿cómo se llaman los principales tipos de biomoléculas? o ¿en qué unidades se expresa el calor de combustión de una sustancia?, sino a preguntas del estilo, ¿cómo y por qué se mantiene encendida la llama de la hornalla? ¿Qué sucede con una madera o un combustible cuando arde o se quema?

Cualquier nueva representación que esté implicada en los modelos de ciencia escolar que se pretenda enseñar, se construirá a partir del modo en que los estudiantes puedan darle significado desde sus representaciones anteriores. Es desde esos significados que las ideas se comunican y se negocian para acordar una comprensión compartida. Dicha comprensión será aceptada como válida a partir del consenso alcanzado y de su potencia explicativa. Este carácter de negociación compartida, implica también que está sujeta a revisión y que, por lo mismo, toda comprensión de un fenómeno –tal como ocurre con las teorías científicas– será por definición, provisional.

⁸ Driver, R., *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid, MEC/Morata, 1989.

Por lo expuesto, la actividad de enseñanza consistirá en descubrir los aspectos centrales de las representaciones de los estudiantes, sus inconsistencias, las variables que no han tenido en cuenta en su explicación, las imprecisiones, explicitándolas, haciendo evidentes las contradicciones, promoviendo la aparición de un conflicto al que los estudiantes se enfrentarán para tratar de alcanzar una alternativa aceptable desde el marco teórico disciplinar. Es tarea del docente tender un puente entre el conocimiento previo de los estudiantes, sus interpretaciones idiosincrásicas y las representaciones específicas del modelo de ciencia escolar que se pretende enseñar. Por lo tanto, conocer esas construcciones previas es un requisito fundamental para encarar la tarea futura.

En este sentido, las analogías pueden resultar herramientas apropiadas para esta mediación en el tránsito hacia el uso de modelos simbólicos y/o matemáticos propios de la ciencia escolar. En relación con el trabajo con modelos simbólico/matemáticos será importante tener en cuenta dos cuestiones:

- que la abstracción de este tipo de modelos conlleva toda una serie de dificultades provenientes del uso de un nuevo lenguaje, que ya se señalaron en el apartado sobre lenguajes científicos;
- que dado que estos modelos no surgen como producciones del aula sino que son "transpuestos" a partir de modelos científicos, el trabajo del docente en este caso implica recorrer la variedad de usos que tiene, desde el punto de vista funcional (relación entre variables) y desde la predicción (cálculo de nuevos valores por modificación del valor de alguna variable).

Durante el Ciclo Superior de la Educación Secundaria se profundiza el trabajo con modelos escolares iniciado durante el 2º año. En esta materia, en particular, se utiliza el modelo del complejo activado para explicar la acción enzimática. Por otra parte, se recurre a diferentes modelos para la representación de moléculas orgánicas, tal como se indicara oportunamente en el desarrollo de los contenidos. Además de estos modelos simbólicos, se trabaja sobre modelos matemáticos para la conceptualización del equilibrio químico.

Las orientaciones didácticas desarrolladas en este apartado tienen por objeto hacer evidente el tipo de trabajo que debe realizarse en las aulas conforme al enfoque establecido para la educación en ciencias a lo largo de toda la Educación Secundaria. El mismo está en consonancia con los modos propios de este campo de conocimiento y su didáctica, con los contenidos propuestos y las concepciones más actualizadas de la ciencia. La elección de las estrategias que mejor se adapten a las características del grupo, sus conocimientos previos, los contenidos a tratar y los objetivos propuestos, es una tarea del docente. No obstante, es necesario resaltar que los tres puntos trabajados –Hablar, leer y escribir en las clases de Química, Trabajar con problemas y Conocer y utilizar modelos– son centrales a la hora de construir conocimientos en esta materia, e indispensables para la formación del estudiante en este campo de conocimientos de acuerdo con los fines establecidos para la Educación Secundaria: la formación ciudadana a partir de las ciencias, la preparación para el mundo del trabajo y la continuidad de los estudios.

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN

En este Diseño Curricular se entiende por evaluación a un entramado de aspectos y acciones mucho más amplio que la sola decisión sobre la acreditación o no de las materias por parte de los estudiantes. Se hace referencia a un conjunto de acciones continuas y sostenidas en el tiempo que permitan dar cuenta de cómo se desarrollan los procesos de aprendizaje de los estudiantes y los procesos de enseñanza –en relación con la posibilidad de ajustar, en la propia práctica, los errores o aciertos de la secuencia didáctica propuesta–. Al evaluar, se busca información de muy diversa índole; a veces, conocer las ideas que los estudiantes traen construidas con anterioridad; en ocasiones, conocer la marcha de una modelización, en otras el aprendizaje de ciertos procederes.

En la evaluación, los contenidos no están desligados de las acciones o procederes a los cuales se aplican o transfieren. Por lo tanto, la evaluación de los conceptos debe ser tan importante como la de los procedimientos y esto implica revisar los criterios y los instrumentos utilizados en relación con los aprendizajes de los estudiantes, así como los relativos a la evaluación de la propia planificación del docente.

Es posible reconocer tres dimensiones para la evaluación. Por un lado, establecer cuáles son los saberes que los estudiantes ya han incorporado previamente, tanto en su escolaridad anterior como en su experiencia no escolar. Por otro, conocer qué están aprendiendo los estudiantes en este recorrido y, por último, conocer en qué medida las situaciones didácticas dispuestas posibilitaron (u obstaculizaron) los aprendizajes. Por eso es que en todo proceso de evaluación, tanto la evaluación de las situaciones didácticas como la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes, forman parte de los procesos de enseñanza y deben ser planificadas como parte integrante de éstos. En tal sentido, la evaluación, debe ser considerada en el mismo momento en que se establece lo que debe enseñarse y lo que se desea aprendan los estudiantes.

LA EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

En la química escolar existen actividades que son propias y especialmente formativas como las *salidas de campo* y los *trabajos experimentales* –que pueden requerir o no de un laboratorio–. En ambos tipos de actividades, es indispensable no sólo la identificación de objetivos claros –tanto para el docente como para el estudiante– sino también la explicitación de lo que el estudiante debe hacer en ellas.

Es conveniente que esas actividades sean acompañadas por una guía o protocolo elaborado, ya sea por el docente o el conjunto de la clase durante las investigaciones escolares, que organice los pasos que se deberán cumplimentar y en qué secuencia. Al evaluar tales actividades es necesario discriminar las distintas habilidades puestas en juego. De acuerdo con lo propuesto en las guías podrían evaluarse distintas destrezas como:

- la comprensión y seguimiento de las instrucciones presentes en la guía;
- el manejo del material necesario;
- la capacidad o habilidad para efectuar observaciones y/o registros;

- la interpretación de los datos y la elaboración de conclusiones;
- la presentación de la información.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Toda evaluación requiere, previamente, de la formulación y explicitación de los criterios que se utilizarán para dar cuenta del nivel de producción esperado. Es necesario que los criterios sean conocidos y, por ende, compartidos con la comunidad educativa, estudiantes, colegas, padres y directivos, puesto que se trata de que los estudiantes aprendan determinados contenidos y que sean capaces de identificar en qué medida los han alcanzado o en qué etapa se encuentran en el proceso de lograrlo.

Es entonces un gran desafío, a la hora de pensar en la evaluación, construir no sólo los instrumentos, sino fundamentalmente los criterios que permitan obtener información válida y confiable para el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como de las condiciones en que se producen.

Se presentan algunos ejemplos de criterios de evaluación que, si bien no pretenden agotar la totalidad de los contenidos, ofrecen perspectivas respecto de cómo se podrían enunciar y trabajar. Los ejemplos se desarrollan a partir de algunos de los objetivos propuestos en los núcleos de contenidos del presente Diseño Curricular. El nivel de generalidad de estos objetivos permite ejemplificar varios criterios posibles y su alcance podrá exigir, según los casos, de un mayor nivel de especificidad. Como ejemplos de criterios posibles, en relación con los contenidos del 4° año, se pueden mencionar los que a continuación se presentan.

Para el núcleo de contenidos relativo a alimentación, un ejemplo posible es *diseñar y realizar experiencias que permitan determinar la presencia de hierro en jugos*. Para evaluar en qué medida los estudiantes han cumplido con este objetivo, algunos criterios podrían ser:

- conocer el efecto de los taninos sobre la absorción del hierro;
- expresar con palabras los pasos que debe realizar;
- justificar la secuencia experimental diseñada;
- ser capaz de llevar adelante mediciones en forma autónoma;
- presentar adecuadamente los resultados según los propósitos de la experiencia;
- predecir las posibles fuentes de error en la experiencia realizada y señalar cómo mejorarla;
- redactar un informe con los resultados, extraer conclusiones y analizar las posibles causas de error;
- analizar otros diseños experimentales argumentando sobre sus ventajas/desventajas.

Entre los criterios de evaluación que sirven para todos los núcleos de contenidos se propone que el estudiante logre presentar la información científica cuali y/ o cuantitativa de las investigaciones, utilizando un vocabulario técnico adecuado para su presentación a diferentes públicos, utilizando símbolos y notación técnica, gráficos y cálculos.

Un ejemplo específico de actividad al respecto podría ser *realizar una investigación bibliográfica acerca del empleo de los diferentes tipos de combustibles en nuestro país y el rendimiento*

de cada uno de ellos. Para poder evaluar en qué medida los estudiantes han podido cumplir con esta actividad en relación con el objetivo señalado más arriba, algunos criterios podrían ser:

- conocer los diferentes tipos de combustibles;
- ser capaz de formularse preguntas, en forma individual o grupal que puedan luego ser investigadas;
- conocer fuentes de dónde obtener información;
- recolectar información en forma adecuada y organizada;
- organizar la información de acuerdo con categorías propias o ajenas;
- justificar los criterios utilizados en la organización de la información;
- reconocer la información principal de la secundaria;
- redactar, en forma individual o grupal, un informe escrito;
- realizar los cálculos, gráficos o representaciones que sean pertinentes para presentar los datos relevados;
- utilizar diversas formas para presentar la información;
- extraer conclusiones acerca de la información relevada;
- evaluar su producción y el funcionamiento de su grupo en la tarea, señalando logros y obstáculos.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Cada actividad puesta en juego en las aulas, informa acerca del avance y de los obstáculos de los procesos de enseñanza y aprendizaje en su conjunto, por lo cual es importante disponer de elementos para evaluar esta información.

Los distintos instrumentos de evaluación informan parcialmente acerca de lo aprendido por los estudiantes, en este sentido es importante variar los instrumentos para no obtener una información fragmentaria. La evaluación no puede centrarse exclusivamente en una detección acerca de cómo el estudiante "recuerda" determinados contenidos, sino que debe integrar, en su forma y concepción, los conceptos con las acciones que los ponen en juego.

Por otra parte, es conocido que los estudiantes se adaptan rápidamente a un estilo o tipo de evaluación –como la prueba escrita en la que se requiere aplicación automática de algoritmos, o el examen oral en donde se evalúa casi exclusivamente la memoria– y de esta manera sus aprendizajes se dirigen hacia las destrezas que les permiten resolver exitosamente las situaciones de evaluación, más que al aprendizaje de los contenidos.

Un único instrumento no resulta suficiente a lo largo de un año para evaluar los distintos niveles de comprensión, dada la variedad de contenidos a aprender. Asimismo, resulta fundamental sostener una coherencia entre la propuesta de enseñanza y la propuesta de evaluación. En este sentido, el Diseño Curricular establece modos de enseñar y trabajar en el aula de Química que son específicos de esta concepción sobre el aprendizaje. Los contenidos han de trabajarse de manera integrada, atendiendo a construir los conceptos de la mano de los procedimientos y en el marco de los modelos que los incluyen. De modo que también resulta esencial evaluar integradamente estos aspectos, evitando separar, artificialmente, la evaluación de conceptos, modelos y procedimientos. Por ello, es importante diversificar los tipos de evaluaciones para que los estudiantes experimenten una gama de instrumentos diferentes y puedan poner a prueba sus aprendizajes en distintos formatos y en variadas circunstancias.

EVALUACIÓN DE CONCEPTOS Y PROCEDIMIENTOS

Al diseñar *actividades de evaluación de conceptos y procedimientos para los problemas*, sean éstos cerrados o abiertos, es necesario tener en cuenta ciertos indicadores. A continuación, se enumeran algunos.

Para los conceptos:

- *el conocimiento de hechos o datos* (nombre de elementos químicos, sus símbolos, nomenclatura de diversas sustancias, las unidades en que se mide la temperatura o la energía, el nombre de las distintas formas de isomería);
- *el reconocimiento de definiciones* (qué significa cantidad de sustancia, qué son los glúcidos, qué se conoce con el nombre de aceites, qué es isomería);
- *la ejemplificación y exposición de conceptos*;
- *la transferencia de conceptos*, es decir si más allá de conocer hechos o datos, de definir y/o reconocer definiciones, de ejemplificar y exponer conceptos, son capaces de aplicarlos a nuevas situaciones.

Para los procedimientos:

- *el conocimiento del procedimiento*, que supone determinar si el estudiante conoce las acciones que componen el procedimiento y el orden en que deben abordarse. Por ejemplo: cómo se procede al escribir una fórmula química, cómo se balancea una ecuación, cómo se mide una temperatura o una masa o cómo se calcula la cantidad de sustancia que reacciona o se produce en una reacción química;
- *la utilización en una situación determinada*, por la que se trata de constatar si una vez conocido el procedimiento, se logra aplicar. Por ejemplo: cómo construir un calorímetro con material de uso cotidiano; el cálculo de la masa molar de una sustancia; el cálculo del volumen de gas obtenido en ciertas condiciones;
- *la generalización del procedimiento a otras situaciones*. Se trata de ver en qué medida el procedimiento se ha interiorizado y puede extrapolarse a problemas análogos asociados a otras temáticas. ¿Cómo se podría estimar si un lago o un río fueron afectados por el fenómeno de lluvia ácida? ¿Qué situaciones darían indicios de la ocurrencia de este fenómeno? ¿Podría determinarse con cierto grado de certeza? En caso de ser afirmativa la respuesta, ¿de qué modo?;
- *la selección del procedimiento adecuado que debe usarse en una situación determinada*, de modo que una vez aprendidos varios procedimientos, interesa conocer si los estudiantes están en condiciones de utilizar el más adecuado a la situación que se le presenta. Por ejemplo, ¿es conveniente usar un gráfico cartesiano para representar estos datos? ¿Se pueden separar por otro método las fracciones de petróleo?

En todo caso, debe advertirse que la evaluación de la comprensión conceptual supone una intervención pedagógica docente de mayor complejidad que la supuesta para evaluar el recuerdo de hechos y datos, y remite al desafío de diseñar diversidad de instrumentos que promuevan la utilización de los conocimientos en distintas situaciones o contextos. También, debe tenerse en cuenta que la evaluación de procedimientos requiere de un seguimiento continuo en los procesos de aprendizaje que promuevan instancias de reflexión sobre los pasos o fases involucradas.

EVALUACIÓN DE MODELOS CIENTÍFICOS ESCOLARES

Respecto de *la evaluación de los aprendizajes de modelos científicos escolares*, debe considerarse que el uso de modelos es una actividad basada en una continua interacción entre el fenómeno a explicar, los estudiantes y el modelo de ciencia escolar, a fin de controlar y regular aciertos y errores, haciendo ajustes y explicitando nuevas hipótesis y argumentos. Por lo tanto, no es posible apelar a estrategias de evaluación que tomen en cuenta exclusivamente el producto o los resultados. Se hace necesario que la evaluación implique un permanente acompañamiento durante el trabajo con modelos, señalando aciertos y fallas, de modo que los estudiantes vayan incorporando paulatinamente la necesidad del control y regulación permanente de sus hipótesis, pasando del control externo del docente a la evaluación y supervisión entre pares o autónoma, en el mejor de los casos. El uso de modelos debe ser una tarea compartida, y no un ritual memorístico, por lo que los criterios para evaluar los avances y retrocesos en esta tarea deben construirse y explicitarse.

Para ello es necesario cuestionarse en principio qué es lo que se va a evaluar en relación con los modelos, esto es, plantearse si los estudiantes son capaces de responder a los siguientes interrogantes:

- a. ¿Qué problema/s resuelve o representa el modelo? ¿Qué otras situaciones permite representar?

A partir de estas respuestas se puede dar cuenta de la *adecuación* del modelo y de su *grado de generalidad*. Un detalle importante en esta evaluación reside en poder describir el tipo de problema origen (si es un problema de predicción, de explicación o de representación); clarificar cuál es el problema origen es un paso necesario para evaluar el modelo y además es una muestra importante de aprendizaje porque implica una profunda reflexión sobre el mismo.

- b. ¿Cuáles son las variables implicadas? ¿Se han explicitado todas las variables y las hipótesis utilizadas?

La *explicitación* de las hipótesis usadas es un buen indicador de la profundidad de comprensión del trabajo realizado. En este sentido, es fundamental determinar las variables o postulados correspondientes a cada uno de los modelos que se utilicen, así como pedir a los estudiantes que hagan explícitos los mismos al explicar el funcionamiento de un modelo, o predecir el comportamiento de un sistema a partir de su uso. En particular, para el tema de geometría molecular, es deseable, por un lado, que los estudiantes señalen cuáles son los postulados que resultan necesarios en cada caso para predecir la geometría de una molécula. Por otro, es importante que los estudiantes argumenten –verbalmente y por escrito– las resoluciones a las situaciones planteadas utilizando los postulados del modelo y haciendo explícito su uso. Luego de haber iniciado el trabajo con modelos durante el 2° y el 3° año del Ciclo Básico, en el Ciclo Superior de la Educación Secundaria, se plantea la reflexión sobre los modelos trabajados.

- c. ¿Qué analogías o semejanzas con otros problemas entran en juego?

El establecimiento de relaciones con otros modelos es una muestra de la *conectividad* del mismo y de la capacidad que han desarrollado los estudiantes para el trabajo con ellos. Las redes conceptuales son útiles indicadores para detectar, tanto la conectividad de un modelo con otros, como para indagar acerca de la comprensión que muestran los estudiantes sobre la estructura interna del modelo.

En resumen, es importante tener en cuenta que el proceso de modelización en el aula va mucho más allá de la elaboración de maquetas o esquemas y tampoco se limita a la construcción de metáforas o analogías, sino que implica la representación de un hecho o proceso bajo diversas simbologías. En tal sentido, es conveniente proponer a los estudiantes distintos tipos de modelos y explicitar sus características, así como la correspondencia entre el modelo y el hecho o proceso representado.

AUTOEVALUACIÓN, COEVALUACIÓN Y EVALUACIÓN MUTUA

El contexto de evaluación debe promover en los estudiantes una creciente autonomía en la toma de decisiones y en la regulación de sus aprendizajes, favoreciendo el pasaje desde un lugar de heteronimia –donde es el docente quien propone las actividades, los eventuales caminos de resolución y las evaluaciones, y el estudiante es quien las realiza– hacia un lugar de mayor autonomía en el que el estudiante pueda plantearse problemas, seleccionar sus propias estrategias de resolución, planificar el curso de sus acciones, administrar su tiempo y realizar evaluaciones parciales de sus propios procesos, reconociendo logros y dificultades.

En este sentido y en consonancia con la propuesta del Diseño Curricular, la evaluación constituye un punto central en la dinámica del aprendizaje por diversas razones. En primer lugar, porque el trabajo de construcción de conocimiento, tal como es entendido en esta propuesta, es un trabajo colectivo, en la medida en que todos participan individual y grupalmente de la construcción de modelos explicativos, del diseño e implementación de las investigaciones, de las argumentaciones y las actividades generales de aprendizaje que se propongan. Por lo tanto, es menester que la evaluación incluya este aspecto social, dando oportunidades a los estudiantes para hacer también evaluaciones tanto de su propio desempeño como de sus compañeros. Esta responsabilidad de evaluar desempeños, implica, asimismo, un segundo aspecto, vinculado con la democratización de las relaciones en el aula y el aprendizaje de las ciencias, para los cuales una evaluación debe estar fundamentada en criterios explícitos y no en cuestiones de índole personal –simpatía o antipatía por un compañero o un argumento–. De modo que es fundamental enseñar a evaluar la marcha de un proyecto o el desempeño dentro de un grupo, estableciendo conjuntamente y con la ayuda del docente cuáles serán los criterios con que es conveniente juzgar la pertinencia de cierto argumento o el cumplimiento de las normas para el trabajo experimental. Por último, la posibilidad de reflexionar sobre la evolución de los aprendizajes, a partir de criterios que fueron explicitados y compartidos, ayuda a repensar los aspectos teóricos o procedimentales que no han quedado lo suficientemente claros, así como plantear caminos de solución.

Para favorecer este proceso tendiente a la autorregulación de los aprendizajes es preciso incluir otras estrategias de evaluación que no pretenden sustituir, sino complementar los instrumentos “clásicos”. Se proponen como alternativas:

- La *evaluación entre pares o evaluación mutua*, en donde el estudiante comparte con sus pares los criterios de evaluación construidos con el docente, y en función de ellos, puede hacer señalamientos sobre los aspectos positivos o a mejorar tanto del desempeño individual como el grupal en relación con la tarea establecida. Este tipo de evaluación, que por supuesto debe ser supervisada por el docente, puede aportar información acerca de la capacidad de los estudiantes para argumentar y sostener criterios frente a otros.

- La *coevaluación*, entendida como una guía que el docente brinda a sus estudiantes durante la realización de una tarea, indicando no sólo la corrección o incorrección de lo realizado, sino proponiendo preguntas o comentarios que orienten a los estudiantes hacia el control de sus aprendizajes, llevándolos a contrastar los objetivos de la actividad con los resultados obtenidos hasta el momento y tendiendo siempre hacia la autorregulación.
- La *autoevaluación* del estudiante, que supone la necesidad de contar con abundante información respecto a la valoración que es capaz de hacer de sí mismo y de las tareas que realiza. La autoevaluación no consiste, como se ha practicado muchas veces, en hacer que el estudiante corrija su prueba escrita siguiendo los criterios aportados por el docente, sino más bien, en un proceso en el cual el estudiante pueda gradualmente lograr la anticipación y planificación de sus acciones y la apropiación de los criterios de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldabe, S., Aramendia, P. y Lacreu, L., *Química 1*. Buenos Aires, Colihue, 1999.
- Aldabe, S., Arzamendia, P., Bonazzola, C. y Lacreu, L., *Química 2*. Buenos Aires, Colihue, 2005.
- American Chemical Society, *Química en la Comunidad*. Wilmington, EUA, Addison Wesley Iberoamericana, 1997.
- Angelini, María del Carmen y otros. *Temas de Química General*. Buenos Aires, Eudeba, 1995.
- Butler, Ian y Harrod, John, *Química Inorgánica, principios y aplicaciones*. California, Addison Wesley Iberoamericana, 1992.
- Cane, B. y Sellwood, J., *Química elemental básica*. Barcelona, Reverté, 1975.
- Di Risio, Cecilia y otros, *Química Básica*. Buenos Aires, CCC Educando, 2009.
- Chang, Raymond., *Química*. México, McGraw-Hill, 1992.
- Cotton, Frank Albert; Wilkinson, Geoffrey, *Química Inorgánica Avanzada*. México, Limusa, 1998.
- - -, *Química Inorgánica Básica*. México, Limusa, 1996.
- Dickerson, Richard E., *Principios de Química*. Barcelona, Reverté, 1983.
- Fernández Cirelli, Alicia, *Aprendiendo Química Orgánica*. Buenos Aires, Eudeba, 2005.
- Galagovsky, Lydia., *Química Orgánica, Fundamentos teórico prácticos para el laboratorio*. Buenos Aires, Eudeba, 2002.
- Gillespie, Richard, *Química*. Barcelona, Reverté, 1990.
- Mahan, Bruce M.; Myers, Rollie J., *Química: un curso universitario*. Wilmington, EUA, Addison Wesley Iberoamericana, 1990.

HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

- Aduriz Bravo, Agustín, *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2005.
- Asimov, Isaac, *Breve historia de la Química*. Madrid, Alianza, 1975.
- Chalmers, Alan, *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la Ciencia y sus métodos*. Madrid, Siglo XXI, 1982.
- Fourez, George, *ACT*. Buenos Aires, Colihue, 1998.
- Kuhn, Thomas. S., *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1975.
- Leicester, Henry M., *Panorama histórico de la Química*. Madrid, Alhambra, 1967.
- Mason, Stephen, *Historia de las Ciencias*. Madrid, Alianza, 1985.

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

- Astolfi, Jean. P., *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Sevilla, Díada, 2001.
- Cañal de León, Pedro, "Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación" en *Investigación en la escuela*, N° 38, 1999.
- Ceretti, Horacio, *Experimentos en contexto: Química. Manual de laboratorio*. Buenos Aires, Prentice Hall, 2000.
- Del Carmen, Luis y otros, *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*, Barcelona, ICE Horsori, 1999.
- García, Juan E. y García, Francisco, *Aprender investigando*. Sevilla, Díada, 1989.
- Gil, Daniel y otros, *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona, ICE/Horsori, 1991.
- Gil Pérez, D., "Tres paradigmas básicos en la Enseñanza de las Ciencias" en *Enseñanza de las Ciencias*, vol 1, n°1, 1983.

- Giordan, Andre, *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid. Siglo XXI, 1982.
- Jiménez Aleixandre, María Pilar y otros, *Enseñar ciencias*. Barcelona, Graó, 2003.
- Jorba, Jaume y Prat, Ángel, *Hablar y escribir para aprender*. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, Síntesis, 1998.
- Kaufman, Miriam y Fumagalli, Laura, *Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires, Paidós, 1999.
- Marco, Berta y otros, *La enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Madrid, Narcea, 1987.
- Marco, Berta, y otros, "Elementos didácticos para el aprendizaje de las Ciencias Naturales" en *Educación Abierta*, nº 17, ICE, Universidad de Zaragoza, 1987.
- Minnick. Santa y otros, *Una didáctica de las Ciencias. Procesos y aplicaciones*. Buenos Aires, Aique, 1994.
- Nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias*. Buenos Aires, Sudamericana, 1997.
- Perales Palacios, Javier y Cañal De León, Pedro, *Didáctica de las ciencias experimentales*. Buenos Aires, Marfil, 2000.
- Porlan, Raúl y Cañal, Pedro (comp.), *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla, Díada, 1988.
- Pozo, Juan Ignacio, *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal*. Madrid, Visor, 1987.
- Pozo, Juan Ignacio y Gómez Crespo, Miguel Ángel, *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, Morata, 2000.
- Shayer, Michael y otros, *La Ciencia de enseñar Ciencias*. Madrid, Narcea, 1984.
- Torp, Linda y Sage, Sara, *El aprendizaje basado en problemas*. Buenos Aires, Amorrortu, 1998.

RECURSOS EN INTERNET

<http://redteleform.me.gov.ar/pac/>

Página del *Ministerio de Educación de la Nación sobre Alfabetización Científica*. Contiene múltiples actividades y planificaciones de posibles intervenciones docentes, así como experiencias sencillas de aula en consonancia con la propuesta del presente Diseño Curricular.

<http://www.nuevaalejandria.com/archivos-curriculares/ciencias>

Nueva Alejandria, propuestas experimentales, curiosidades, datos históricos, planteo de situaciones problemáticas y, también, información científica actualizada para la enseñanza de la Física y la Química.

<http://www.ciencianet.com>

Ciencia Net, propuestas experimentales, curiosidades, datos históricos, planteo de situaciones problemáticas para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/cc_naturales

Recursos didácticos para la enseñanza de las temáticas de Ciencias Naturales.

<http://www.fisicanet.com.ar>

Fisicanet, Apuntes y ejercicios sobre Física y Química.

<http://www.aula21.net>

Aula 21, Enlaces con apuntes, problemáticas y actividades para el desarrollo curricular de Biología, Física y Química.

www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm

Física con ordenador, curso completo de física con gran variedad de applets (programas de simulación) interactivos.

http://www.lanacion.com.ar/Archivo/nota.asp?nota_id=888146

110 sitios de ciencia en Internet. Esta página da sugerencias y links de más de un centenar de sitios educativos donde encontrar material para las propuestas de aula.

http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Educational_Practices/EdPractices_14s.pdf

Texto de la UNESCO sobre actividades de habla, lectura y escritura de interés para los docentes.

<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/>

Química Viva es una publicación cuatrimestral del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Presenta material para el trabajo de investigación en el aula y en el laboratorio escolar. Para ver las alternativas de enseñanza que presenta entrar a: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/Semanario/elab.html>.

