

Química

VERSIÓN PRELIMINAR

**Fundamentos de Química
5^o año de la orientación en Ciencias Naturales**

Fundamentos de Química y su enseñanza en el ciclo superior

“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

Las materias vinculadas a la disciplina Química que se presentan están diseñadas de modo tal que cubran aquellos contenidos centrales de la disciplina para esta etapa de la escolaridad y en relación con estudios superiores, al mismo tiempo que aportan 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 propósitos establecidos para la educación secundaria en relación con la formación para la ciudadanía, para el mundo del trabajo y para la continuidad en los estudios.

En este sentido, resulta fundamental establecer que estos propósitos 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. Una educación científica entendida en función de estos logros, implica una transformación profunda respecto de la formación en ciencias que se produjo hasta el momento en el nivel secundario.

La ciencia en la escuela secundaria, tuvo tradicionalmente la finalidad casi exclusiva de preparar para los estudios posteriores. Esta finalidad propedéutica, encontraba su fundamento en la función misma de la escuela secundaria. Una secundaria para un

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,

número reducido de estudiantes que continuarían sus estudios en la educación superior, en particular en la universidad. Este vínculo entre la escuela secundaria y la universidad, encontraba su correlato natural en una concepción de escuela secundaria no obligatoria y reservada solo a una minoría de la población con intenciones de ascenso social a través de su formación y calificación laboral como profesionales. Para esa concepción, resultaba natural la función propedéutica y por lo tanto, la educación en ciencias no hacía más que reflejar la situación, tratando los contenidos de las disciplinas científicas, solo como pre-requisito para la universidad. Esta opción, resulta insuficiente en las actuales condiciones, porque a partir de la ley nacional de educación, la escuela secundaria resulta obligatoria para *todos* los estudiantes del país. Y esto implica un cambio importante respecto de la educación en ciencias. Implica una educación científica que forme, *desde las ciencias, para el ejercicio de una ciudadanía plena*. Es decir, una educación científica que de acuerdo a los lineamientos de la alfabetización científica y tecnológica, sirva a la formación de *todos* los estudiantes, para su participación como miembros activos de la sociedad, sea que se incorporen al mundo del trabajo o que continúen estudios superiores. Una educación científica entendida en los términos del enfoque que se presenta, implica pensarla desde la concepción de la alfabetización científica tecnológica (ACT). *La alfabetización científica 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 tanto el conocimiento científico no aporta soluciones para todos los problemas, ni todos los conflictos pueden resolverse sólo desde esta perspectiva.

La alfabetización científica consiste, no sólo en conocer conceptos y teorías de las diferentes disciplinas, sino también en **entender a la ciencia como actividad humana** en la que las personas se involucran, dudan, formulan conjeturas, confrontan ideas y buscan consensos, elaboran modelos explicativos, avanzan, pero también vuelven sobre sus pasos y revisan críticamente sus producciones. En este sentido, una persona científicamente alfabetizada, habrá de interiorizarse sobre estos modos particulares en que se construyen los conocimientos que producen los científicos, que circulan en la sociedad, y que difieren de otras formas de conocimiento. También, habrá de poder

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 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 necesariamente replantearse los objetivos y las formas de enseñar ciencias.

Históricamente, la ciencia en la escuela se definía a través de 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 esta orientación 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 en ciencias. Mostrando además, a la actividad científica como propia de personas especialmente “dotadas” y aisladas en su trabajo, 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, formulas 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.

Así, 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 modo que se presentan las complejas definiciones propias de las disciplinas, sin

mediación ninguna del lenguaje coloquial que manejan los estudiantes, obstaculizando la comprensión de los conceptos. De este modo, 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. Este enfoque, logra, en nombre de la educación científica, un rechazo a la formación en ciencias, dificultando al mismo tiempo, el aprendizaje de los herramientas que las ciencias han construido en torno a los fenómenos naturales y tecnológicos.

Toda la investigación desarrollada por las didácticas específicas de las ciencias, ha demostrado dentro de las aulas, que la comprensión solo se logra superando el reduccionismo conceptual a partir de propuestas de enseñanza de las ciencias más cercanas a las prácticas científicas, que integren los aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos. En palabras de Hodson², *“los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyos para la reflexión”*.

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 si deciden 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 científico-tecnológicos de acuerdo a 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*

² Hodson, D., “In search of a meaningful Relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education”, en International Journal of science education, n° 14, 5, pp 541-566, 1992.

conjunto de la ciudadanía. (...) [ya que] dicha alfabetización exige, precisamente, la inmersión de los estudiantes en una cultura científica”³

¿Qué se entiende, en este contexto, por *cultura científica*?

Se consideran como dimensiones de la *cultura científica*, entre otras:

- en primer lugar, la capacidad de interpretar fenómenos naturales o tecnológicos;
- en segundo lugar, la de comprender mensajes, informaciones, textos de contenido científico y, en su caso, de producirlos,
- y, finalmente, la de evaluar enunciados o conclusiones, de acuerdo con los datos o justificaciones que los apoyan.

El aprendizaje de la cultura científica incluye, además de comprender y usar modelos y conceptos, desarrollar las destrezas de comunicación en relación con mensajes de contenido científico, la capacidad de comprender y emitir mensajes científicos. Hay que tener en cuenta que estos mensajes utilizan distintos lenguajes, además de textos escritos (u orales), lenguajes específicos de las ciencias, sistemas de símbolos complejos como las fórmulas y ecuaciones químicas o las gráficas que representan la evaluación de un equilibrio químico. Por eso se considera que para un aprendizaje genuino de los contenidos de ciencia, tiene tanta importancia distinguir entre el uso que se hace de un término en el lenguaje científico y en el lenguaje cotidiano, como aprender términos nuevos. 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)*”.⁴

Por ello, desde la perspectiva de este enfoque de enseñanza de la Química, 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

³ Gil Pérez, D; Vilches, A., *Educación, ciudadanía y alfabetización científica: mitos y realidades*, en Revista Iberoamericana de Educación, OEI, N° 42, 2006.

⁴ Lemke, J., *Aprender a hablar ciencias*. Buenos Aires, Paidós, 1997

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 la Química, 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.

En el ciclo superior de la educación secundaria los contenidos propios de la disciplina Química se trabajarán en tres materias incluidas respectivamente en 4°, 5° y 6° año. Introducción a la Química es una materia común a todas las orientaciones, aunque en la orientación de Ciencias Naturales tiene una carga horaria mayor, con 3 hs. semanales, lo que permite trabajar con mayor profundidad los contenidos seleccionados. La formación se completa con las posteriores: Fundamentos de Química y Química del Carbono, correspondientes al 5° y 6° años de la escuela secundaria, también con 3hs semanales cada una. Es preciso destacar, asimismo, que los contenidos de esta disciplina se despliegan a lo largo de los seis años de la educación secundaria y que las materias que se presentan en el ciclo superior, tienen continuidad con las anteriores de Ciencias Naturales (1° año) y Fisicoquímica (2° y 3°), de la SB.

Los contenidos que se desarrollan en Introducción a la Química, tienen por finalidad dar un panorama de la química actual 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 los estudiantes, en tanto ciudadanos. Al mismo tiempo, se aspira a salir del estrecho margen de los contenidos disciplinares tal como son presentados en los libros de texto y evitar que la enseñanza sea de corte tradicional, con exposiciones y ejercitaciones, que en poco contribuyen a la formación de todos los

jóvenes de la provincia. Interesa mostrar a los estudiantes, 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. Mostrar el contexto de producción de conocimientos y tecnologías y los cambios que se van produciendo conforme avanza su historia, así como los impactos de las industrias químicas en el mundo actual y sus riesgos potenciales, tanto como las vías posibles de solución de los mismos, que la propia ciencia química plantea al respecto. Este marco general introduce a los contenidos propios de la disciplina que son necesarios para explicar las problemáticas incluidas a lo largo de todo el ciclo superior de la educación secundaria.

Los temas de carácter disciplinar 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.

Durante el 5° año, se trabajan básicamente aquellos conceptos y procedimientos vinculados a los fundamentos de la comprensión química de los diversos fenómenos. Ellos son: una profundización sobre las nociones de estequiometría abordadas en el 4° año; la solubilidad y los equilibrios; el equilibrio en solución y el equilibrio ácido-base; los procesos electroquímicos y sus aplicaciones. Por su importancia en los distintos ámbitos de aplicación, las soluciones acuosas, serán un eje importante en la materia, a partir del cual, se estudiará el comportamiento del agua en la naturaleza, en la que en general, se la encuentra como solvente universal de una amplia variedad de soluciones. En el 6° año, se profundizan los contenidos sobre química orgánica, trabajados en el 4° año, ampliando el campo de compuestos introducidos. Se trabajan los procesos de polimerización y se profundiza en temas vinculados con la química biológica, a partir del estudio de los metabolismos y la integración metabólica.

Asimismo, se completan las nociones sobre estructura atómica, trabajadas desde el 2° año de la educación secundaria, con la presentación del modelo atómico moderno, necesario para la introducción del concepto de hibridación.

Mapa curricular de Fundamentos de Química

AÑO EN EL QUE SE CURSA	5to año de la Orientación de Ciencias Naturales
MATERIA	FUNDAMENTOS DE QUÍMICA
CONCEPTOS ORGANIZADORES	Proceso, cambio, conservación.
EJES Y NÚCLEOS DE CONTENIDOS	<p>Eje Temático 1: Química del Agua Núcleo 1: Agua y soluciones acuosas en la naturaleza</p> <p><i>La composición del agua de mar. Unidades de concentración. La definición de agua potable del Código Alimentario Argentino. Teorías de la disociación de electrolitos: Arrhenius, Propiedades coligativas</i></p> <p>Núcleo 2: Equilibrios en solución</p> <p><i>Reacciones de precipitación. Definición de ácido y base: Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis. Reacciones ácido-base. Equilibrio ácido-base. Soluciones reguladoras. Ecuación de Henderson.</i></p>
	<p>Eje Temático 2: Electroquímica y almacenamiento de energía</p> <p><i>Reacciones redox. Hemirreacciones. Celdas electroquímicas. Pilas y baterías. Electrólisis. Estequiometría en reacciones redox y leyes de Faraday de la electrólisis.</i></p>
	<p>Eje Temático 3: Química y procesos industriales</p> <p><i>La producción de ácido sulfúrico. Solubilidad. Calores de disolución y de dilución. Velocidad de reacción. Modelo cinético-molecular y temperatura. Modelo de colisiones y modelo del complejo activado. Catalizadores.</i></p>

Carga horaria

Fundamentos de Química es una de las materias orientadas para la Escuela con Orientación en Ciencias Naturales y corresponde al 5° año de dicha orientación. La carga horaria de Fundamentos de Química es de 108 horas totales, siendo su frecuencia de 3 horas semanales si su duración se implementa como anual.

Objetivos de enseñanza

En función del enfoque de enseñanza planteado para esta materia y en continuidad con lo expresado en los DC de los años precedentes en las correspondientes materias de ciencias naturales, se espera que los docentes, puedan, progresivamente, en sus propuestas 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/as, 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, que combinen 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/as 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

En función del enfoque de enseñanza planteado para esta materia y en continuidad con lo expresado en los DC de los años precedentes en las correspondientes materias de ciencias naturales, se espera que los estudiantes, puedan progresivamente:

- 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 más pequeños, 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 las diversas materias de química para el ciclo superior de la educación secundaria, han sido seleccionados de acuerdo a 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 anteriores de la educación secundaria.
- ▶ Necesidades formativas de los jóvenes en relación con la formación ciudadana ya que 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 a procedimientos fundamentales en el campo disciplinar de la química

Los contenidos para estas materias fueron planteados de acuerdo a dos opciones, oportunamente señaladas. Por un lado, por el interés que presentan desde la concepción de la formación de ciudadanos, dado que los mismos se vinculan con temas científicos relacionados con asuntos públicos de importancia y sobre los que los ciudadanos deben tener información fundamentada. Por otro lado, porque a través de los mismos se desarrollan contenidos reconocidos de la disciplina, fundamentales para comprender sus aportes teóricos y metodológicos a la interpretación de fenómenos naturales y tecnológicos. Desde este punto de vista, los temas de corte disciplinar son, fundamentalmente, relación estructura-propiedades, estequiometría, equilibrio químico, equilibrio en solución, nociones de química orgánica y biológica, termoquímica, electroquímica y procesos industriales. Estos conceptos centrales que vertebran todo el tratamiento de las materias, aparecen y son retomados en diversas ocasiones, dando múltiples oportunidades para su tratamiento a lo largo de cada año y de todo el ciclo, configurando un currículum en espiral en el que, en cada vuelta, los contenidos son abordados con profundidad y complejidad creciente. Las *nociones de estequiometría* permiten profundizar en la comprensión de las relaciones cualitativas en los procesos químicos y resolver problemas concretos de las industrias químicas (pureza, reactivo limitante, rendimiento). Finalmente, la profundización del concepto de *equilibrio químico*, permite comprender procesos químicos de interés y vuelve a poner el énfasis, al igual que en 4° año, en la construcción de la *noción de reversibilidad* de las transformaciones químicas. Se profundizan nociones anteriores sobre el cambio químico (progresivamente trabajadas desde el 2° año), en las que se aceptaba como pertinente, en una primera aproximación, la idea de cambio químico como aquel en que se produce destrucción de los enlaces en las sustancias iniciales (reactivos) y transformación completa en otras (productos).

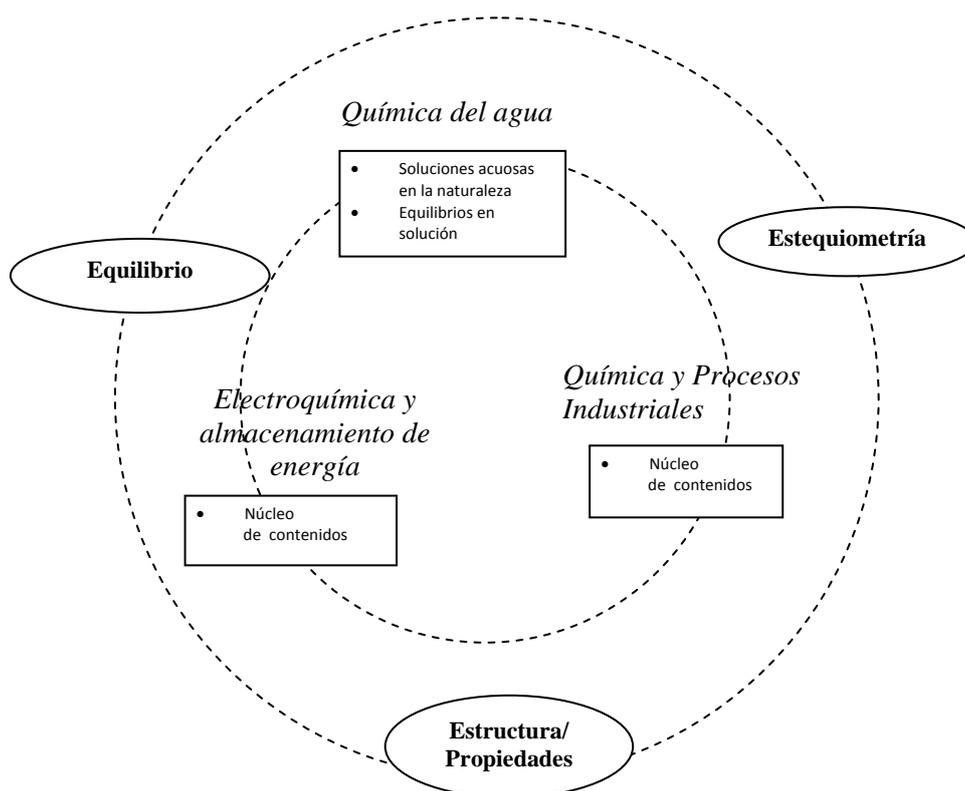
Los contenidos se organizan en **ejes temáticos** que describen los grandes campos de aplicación dentro de los cuales se trabajarán los marcos disciplinares. Dentro de cada eje, los **núcleos de contenidos** representan recortes específicos que delimitan posibles abordajes de los ejes temáticos.

Cada uno de estos núcleos contiene uno o más de los marcos disciplinares previstos para trabajar durante este año, de manera que los mismos pueden ser abordados, reiteradamente, integrando y profundizando los conocimientos. Y

dando la oportunidad a los estudiantes de volver sobre contenidos que son centrales en la comprensión química de los fenómenos. Se pretende mostrar la unidad de la química, como estructura conceptual que permite generar marcos teóricos amplios de utilidad en múltiples fenómenos. Asimismo, este planteo en espiral, posibilita a docentes y estudiantes ir progresivamente utilizando 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 torno a los fenómenos.

Se explicitan a continuación los ejes y núcleos de contenidos en los que se delimita el alcance y la profundidad con que los mismos deben trabajarse para la materia Fundamentos de la Química a lo largo del ciclo lectivo.

El gráfico que figura a continuación da cuenta de la organización conceptual de los contenidos y su división en ejes temáticos y núcleos de contenidos.



Desarrollo de los contenidos

Eje Temático 1: Química del Agua

Núcleo 1: Agua y soluciones acuosas en la naturaleza

La composición del agua de mar. Unidades de concentración. Molaridad y expresión de la concentración. La definición de agua potable del Código Alimentario Argentino. Propiedades de las soluciones: densidad, viscosidad, color, etc. Teorías de la disociación de electrolitos: Arrhenius. Propiedades coligativas (ascenso ebulloscópico, descenso crioscópico y presión osmótica) y molalidad.

En este núcleo es fundamental que el estudiante adquiera un buen manejo de las unidades de concentración (como propiedad intensiva de las soluciones), cómo es posible transformar la expresión de la concentración en una unidad a otra; comprendan y se representen qué es un proceso de dilución, de disolución y de mezcla de soluciones y puedan llevarlo a la práctica en el laboratorio, necesitando para ello la habilidad de: pipetear, trasvasar analíticamente, enrasar, pesar, traspasar cuantitativamente sólidos de un recipiente a otro, enrasar. También que comprendan que la solubilidad de un soluto es propiedad del solvente y no depende de la concentración de aquel.

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 social y ambiental.

En este núcleo se pretende introducir a los estudiantes a los temas propios de la química acuosa a partir del estudio de la química en los cursos de agua. Por su importancia en términos socio-económicos y ambientales. Además, esta introducción permite un enfoque de los contenidos en términos de los vínculos entre ciencia y sociedad.

En continuidad con los contenidos disciplinares presentados en la materia Introducción a la Química en 4to año, se presenta el trabajo con soluciones, unidades de concentración y cantidad de sustancia. Se continúa el trabajo con molaridad y se introducen formas de expresión de la concentración como la fracción molar y la molalidad. Se comienza el estudio de la disolución de electrolitos en solución y de su disociación y cómo la concentración de solutos afecta a las propiedades de la solución. Prosigue en este núcleo, el trabajo con propiedades de las soluciones, como densidad,

viscosidad, color, etc. Estos conceptos pueden ser abordados a partir de la composición del agua en los mares y cursos de agua dulce y del estudio del agua potable a partir de las especificaciones del Código Alimentario Argentino.

Se pretende que los estudiantes puedan diseñar los pasos necesarios para preparar una solución y que puedan llevarlos a la práctica en el laboratorio. Deberán adquirir habilidades prácticas, como: pipetear, trasvasar analíticamente, pesar correctamente y traspasar un sólido a un recipiente adecuado (matraz, vaso de precipitado, erlenmeyer), enrasar. Para poder preparar soluciones con determinada concentración de un electrolito, se introducirá la noción de disociación electrolítica y se trabajará con la estequiometría de la disolución.

Los estudiantes podrán medir en el laboratorio la dureza total de distintas muestras de agua, así como analizar el pH, el color y el olor para comparar con los parámetros de calidad de agua potable dispuestos por el Código Alimentario Argentino. Se debatirá acerca de la importancia del acceso al agua potable en términos sanitarios, como problemática social y como problemática ambiental.

Se estudiarán, a su vez, algunas propiedades coligativas, como: descenso crioscópico, ascenso ebulloscópico y presión osmótica; y se dará lugar al estudio cuantitativo de éstas. Podrá discutirse la importancia de la presión osmótica para el funcionamiento de las células y organismos vivos en general, o de la relación entre propiedades coligativas y el uso de anticongelantes y/o el uso de sales y otros solutos para disminuir el punto de fusión en procesos industriales o cotidianos de enfriado.

Núcleo 2: Equilibrios en solución

Reacciones de precipitación. Equilibrios de precipitación en los océanos: carbonatos y sulfatos. Contaminación de los cursos de agua y equilibrios de precipitación: cromo, hierro y aluminio. Solubilidad. Ley de Henry y fracción molar. Disolución de oxígeno y dióxido de carbono en agua y demanda biológica de oxígeno. El transporte de dióxido de carbono en sangre. El comportamiento ácido-base del agua: autoprotólisis del agua. pH. Definición de ácido y base: Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis. Reacciones ácido-base. Equilibrio ácido-base. La regulación del pH en los océanos y en la sangre. Soluciones reguladoras. Ecuación de Henderson.

En este núcleo resulta fundamental que los estudiantes puedan comprender qué representa la constante de equilibrio (que no depende de las concentraciones de producto ni de reactivo en el sistema), el cociente de reacción (que sí depende de las concentraciones de reactivo y producto en el sistema); que puedan calcular constantes de equilibrio y cocientes de reacción a partir de datos experimentales, predecir en qué sentido avanzará una reacción a partir de la constante de equilibrio y el cociente de reacción, un buen manejo del principio de Le Chatelier y el cálculo de concentraciones en el equilibrio. Estos temas (ya trabajados en 4° año) se retomarán principalmente a partir del estudio equilibrios de precipitación y ácido-base.

Es importante que los estudiantes puedan predecir a partir del Q_{ps} y el K_{ps} si una determinada sustancia en solución precipitará o no, y calcular la solubilidad de una sustancia a partir de la constante de equilibrio de precipitación.

Además, es de interés, el estudio y el trabajo acerca de la relación entre los ácidos y sus bases conjugadas, en la formulación de la representación de uno a partir de la fórmula química del otro; en que todas las reacciones químicas ácido-base tienen a uno como reactivo y al otro como producto y en la relación inversa que existe entre en la fuerza de una base y la fuerza de su ácido conjugado (y entonces en el cálculo de K_b de uno a partir del K_a del otro).

A su vez, se continúa el trabajo de preparación de soluciones y el uso de instrumental de laboratorio -manejo de bureta y de métodos de titulación como forma de conocer la concentración de una solución.

La noción de solubilidad permite recuperar el concepto de equilibrio químico ya estudiado en 4to año. Se debe señalar que el equilibrio de los solutos entre la fase en solución y la fase en el estado sólido sólo existe una vez que la concentración de soluto de la solución supera la solubilidad, y que ésta es la máxima concentración de soluto que puede existir en la solución en ciertas condiciones de presión y temperatura. De este modo, la solubilidad no depende de la concentración de soluto y es una propiedad del solvente.

A partir de los equilibrios de precipitación de hidróxidos y carbonatos en los océanos, se considerarán los procesos de disolución de sales en agua, pudiendo así calcular concentraciones de los electrolitos disueltos en la solución a partir de un análisis estequiométrico en base a la reacción química correspondiente. Se podrán recuperar

aquí nociones sobre equilibrios de precipitación, e introducir la constante de precipitación K_{ps} y el cociente de precipitación, Q_{ps} , a partir del cual los estudiantes podrán evaluar si se producirá o no la reacción de precipitación. Los estudiantes podrán calcular la solubilidad de distintas sustancias en agua a partir de la constante de equilibrio de precipitación y el uso adecuado de relaciones estequiométricas. Se analizará el efecto de ión común en este proceso. Se contextualizará esta temática, a través del análisis de casos de contaminación de los cursos de agua, a partir de equilibrios de precipitación de elementos como el cromo, el hierro, el aluminio. Se discutirá acerca de la importancia social para la salud y para el ambiente, de la contaminación de los cursos de agua por uso, mal uso y mala disposición final de agroquímicos; reactivos, productos y desechos industriales; derivados del petróleo; residuos domiciliarios, etc.

La solubilidad relativa de dos o más solutos en un determinado solvente podrá ser analizada cualitativamente a partir del estudio de la intensidad relativa de las fuerzas intermoleculares existentes entre moléculas del soluto, entre moléculas del solvente y entre moléculas del solvente y del soluto. De este modo, se podrán tratar ejemplos como la miscibilidad de agua y etanol y agua y acetona, y el hecho de que agua y aceite sean inmiscibles.

La solubilidad de sustancias gaseosas en solución será trabajada cuantitativamente mediante la ley de Henry, para lo cual se deberá introducir la fracción molar como unidad de concentración.

Las nociones de concentración y solubilidad se aplicarán a su vez a temáticas vinculadas a la contaminación de cursos de agua. Se trabajarán los parámetros de calidad de agua potable que define el Código Alimentario Argentino, y a partir de estudios de caso de distintas muestras (cuyos resultados pueden estar expresados en unidades distintas a las planteadas por el código, y trabajar de este modo el pasaje entre distintas unidades), decidir si éstas son potables o no. Se realizarán experiencias en el laboratorio sobre esta temática, como la medición de dureza total, color, olor y pH de diferentes muestras de agua. La concentración de oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno servirán para estudiar la disolución de gases en soluciones acuosas.

Se presentarán los equilibrios ácido-base en soluciones acuosas a partir del estudio de la química del agua y el fenómeno de la lluvia ácida. Se introducirá el equilibrio de autoionización del agua, remarcando que a partir de éste, los iones hidróxido y oxonio están siempre presentes en las soluciones acuosas. El pH es entonces una unidad para

medir la concentración de iones oxonios y, como tal, da una medida de la acidez de una solución.

Se introducirán diversas definiciones de ácido y base, entre las que se encuentran:

Arrhenius, Brönsted-Lowry. Se pretende que los estudiantes puedan formular el ácido conjugado a partir de una base (y viceversa), y plantear ecuaciones de reacciones ácido-base a partir de un ácido y una base.

Recuperando la experimentación, el pH puede ser medido a partir de datos electroquímicos (como en pHmetro) o se puede estimar mediante indicadores sintéticos o naturales. El uso de indicadores, universales o no, es una habilidad práctica que se pretende que los estudiantes adquieran a lo largo del trabajo sobre este eje.

Se trabajará con las constantes de equilibrio, K_b y K_a , y a partir de ellas se podrán calcular concentraciones de reactivos y productos en el equilibrio (o viceversa), y analizar cuantitativamente el efecto de ión común. También a partir de estas constantes puede evaluarse la fuerza de ácidos y bases.

Se estudiarán cómo los equilibrios ácido-base (y aquí se incluye el equilibrio de autoionización del agua) se desplazan en un sentido dado con el agregado de reactivo o producto, con cambios en la temperatura, entre otros, a partir de la aplicación del principio de Le Chatelier.

La concentración de ácidos y bases y el uso de indicadores ácido-base serán trabajados en el laboratorio a partir de titulaciones.

A partir de los sistemas de regulación del pH en los océanos, se estudiarán soluciones reguladoras, de las que se podrá efectuar un tratamiento cuantitativo utilizando la ecuación de Henderson. Estas soluciones serán presentadas a partir de la necesidad de su uso en distintos sistemas: en la sangre (con los pares fosfato monoácido/fosfato diácido y bicarbonato/dióxido de carbono hidratado) y otros sistemas biológicos (como la regulación del pH en el estómago y la acción de los antiácidos), en el suelo, y en procesos industriales (como por ejemplo, en la industria textil, en procesos de teñido). La preparación de soluciones buffer para distintos usos (y entonces con distintos requerimientos) podrá ser trabajada en el laboratorio.

Mediante un tratamiento análogo al de las soluciones reguladoras, se podrá pensar el viraje de los indicadores (el intervalo de pH en que vira) y a partir de estas consideraciones hacer explícito el fundamento químico de su uso como tales.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos del eje 1, los estudiantes/as podrán:

- Predecir propiedades macroscópicas a partir de la representación microscópica de una solución y predecir la representación microscópica de una solución a partir de propiedades macroscópicas.
- Utilizar distintas unidades de concentración y realizar pasajes entre ellas al usarlas en los cálculos estequiométricos.
- Preparar diversas soluciones en el laboratorio y utilizar los datos obtenidos para resolver problemas.
- Diseñar experiencias coherentes con el interrogante a responder en base a las herramientas metodológicas y teóricas aprendidas.
- Distinguir a partir de sus definiciones los distintos tipos de agua (potable, para consumo animal, etc.) y determinar a partir de datos de mediciones fisico-químicas y microbiológicas si una muestra de agua se ajusta a alguna de ellas.
- Presentar la información científica cuantitativa y cualitativa utilizando un vocabulario técnico adecuado para su presentación a diferentes públicos, utilizando símbolos y notación técnica, gráficos y cálculos.
- Explicar la relevancia social del uso de agua potable, así como las problemáticas sociales, sanitarias y ambientales generadas por la falta de acceso a la misma por ciertos sectores de la población
- Explicar la relevancia socioeconómica e histórica de los procesos de purificación del agua para su uso en el consumo humano.
- Reconocer cómo la concentración de una solución afecta propiedades y observaciones a nivel macroscópico como punto de fusión, punto de ebullición, presión osmótica, gusto, color.
- Utilizar las nociones de equilibrio químico y aplicarlas a equilibrios de solubilidad y equilibrio ácido-base
- Reconocer ácidos y bases utilizados en la vida cotidiana o en un laboratorio químico y escribir adecuadamente sus formulas químicas y la de su ácido o base conjugado (según corresponda).
- Reconocer la relación entre fuerza de un ácido o base, su K_a o K_b y la fuerza de su base conjugada o ácido conjugado, respectivamente.

- Reconocer una solución buffer, así como su importancia en distintos procesos químicos y fisiológicos.
- Preparar soluciones buffer en el laboratorio.

Eje Temático 2: Electroquímica y almacenamiento de energía

Reacciones redox. Hemirreacciones. Celdas electroquímicas. Pilas y baterías. La batería de plomo/ácido sulfúrico. Pilas secas. Pilas alcalinas. Disposición de las baterías: consecuencias ambientales. Alternativas. Electrólisis. Estequiometría en reacciones redox y leyes de Faraday de la electrólisis. Síntesis de cloro: ventajas y desventajas de los distintos métodos. Reacciones redox orgánicas y biológicas. Interconversión entre energía eléctrica y energía química en la fosforilación oxidativa y en las usinas eléctricas. Corrosión.

En este eje, se pretende que los estudiantes comprendan que las reacciones de óxido-reducción implican procesos de transferencia de electrones, cómo en una reacción redox se genera la especie oxidada a partir de la especie reducida del agente oxidante (y la especie reducida a partir de la especie oxidada del agente reductor) y la relación inversa entre el poder oxidante de la especie reducida y el poder reductor de su especie oxidada. A su vez se pretende un buen manejo de nociones de estequiometría, como: pureza, reactivo limitante, reactivo en exceso, rendimiento, cantidad y masa de producto, cantidad y masa de reactivos consumidos, cantidad y masa de reactivo en exceso; utilizando además las leyes de Faraday como dato en las reacciones redox de electrólisis.

Los contenidos disciplinares relativos a reacciones redox son retomados en esta unidad.

A su vez se recuperarán y trabajarán nociones de estequiometría.

Se pretende que los contenidos disciplinares que ya fueron vistos en el 4to año de la Educación Secundaria Superior sean profundizados.

Se espera que los estudiantes puedan igualar ecuaciones químicas que representen las reacciones de óxido-reducción que se producen en estos y otros procesos, utilizando el método ion-electrón. Se trabajará el funcionamiento de las celdas electroquímicas y se explicitará la necesidad de cerrar el circuito para que ocurra reacción química.

Para profundizar los conceptos antes mencionados, se estudiará el funcionamiento de pilas y baterías, mediante ejemplos como las baterías de plomo y ácido sulfúrico, pilas secas y pilas alcalinas. Estos temas podrán ser también trabajados en el laboratorio, donde se pretende que los estudiantes puedan armar dispositivos sencillos. Se abordarán las problemáticas ambientales relativas a la disposición de las pilas y las distintas alternativas existentes hoy en día.

La producción de cloro, de alta importancia económica, permite ilustrar reacciones redox y conceptos de estequiometría en procesos relativamente sencillos. La producción de cloro por el método cloro-sosa (u otros, como el de cátodo de mercurio) permite una introducción al estudio de procesos de electrólisis (que podrá ser profundizado a partir de la obtención de hidrógeno mediante la electrólisis de agua acidulada). Se introducirán las leyes de Faraday de la electrólisis y se pretende que los estudiantes efectúen cálculos estequiométricos a partir de datos experimentales como masa o cantidad de productos y/o reactivos, tiempo de electrólisis e intensidad de corriente aplicada y las hemirreacciones involucradas. Se podrá trabajar en el laboratorio a partir de demostraciones sobre la electrólisis del agua acidulada. La producción de hipoclorito de sodio permite además ilustrar la producción de un bien cotidiano para la mayoría de los estudiantes y cómo cambios en las condiciones de la solución (en este caso el pH), pueden hacer cambiar la estabilidad de distintas especies químicas. Se analizará la importancia económica y los efectos sobre el ambiente de estos procesos.

En este año deberá afianzarse el tratamiento de la estequiometría de las reacciones químicas, lo cual podrá realizarse a lo largo de este eje, y para ello se recuperarán conceptos como pureza de los reactivos, reactivo limitante y reactivo en exceso y rendimiento ya trabajados en 4to año, ampliándolos mediante las leyes de Faraday de la electrólisis. Se podrán retomar cuestiones acerca de equilibrio químico y además indicar que el rendimiento también disminuye debido a reacciones secundarias en las cuales se consume reactivo y/o producto (que puede ejemplificarse en el método de Raschig). Se pretende que el estudiante efectúe cálculos estequiométricos que le permitan trabajar estas nociones y determinar cantidades como el rendimiento de una reacción, la cantidad o masa de producto generada (o de reactivo limitante y en exceso utilizada). De esta forma, se podrá trabajar la transferencia de electrones que ocurre en las reacciones de óxido-reducción a partir del estudio de pilas, procesos de electrólisis y ecuaciones de hemirreacción. Se aclarará que una hemirreacción no ocurre sola, sino que para que exista reacción química, deben ocurrir en simultáneo una hemirreacción de

oxidación y una hemirreacción de reducción, que dan lugar a la ecuación química que representa el proceso completo.

Para poder predecir si una reacción redox ocurrirá, se recurrirá a la serie electroquímica, como medida del poder oxidante de una especie (y también del poder reductor en su estado oxidado).

Es posible también, el reconocimiento de reacciones de oxidación de compuestos orgánicos, como la oxidación de alcanos, alcoholes y aldehídos, o la reducción de alquenos o alquinos mediante hidrogenación; aunque no sean utilizados para estas reacciones el método del ion-electrón, para ampliar el universo de aplicación de las reacciones redox y no confinarlo a la química inorgánica. En el mismo sentido, es posible recuperar también reacciones metabólicas ya estudiadas en 4º año en el eje Química y Alimentación.

Se podrán estudiar dos procesos donde se interconvierten energía eléctrica y energía química. En el primero, en las usinas eléctricas, el calor liberado por las reacciones de combustión es utilizado para la generación de electricidad. En el proceso ya estudiado de la fosforilación oxidativa, la corriente eléctrica que se genera a través de a ATPasa con el pasaje de iones oxonio, es utilizada para la producción de ATP (y al inicio de este proceso, moléculas con alto poder reductor son utilizadas para generar una corriente eléctrica -también de iones oxonio- hacia el espacio intermembranal).

Como resultado del trabajo sobre los contenidos del eje 2, los estudiantes/as podrán:

- Reconocer, balancear y escribir adecuadamente ecuaciones que simbolicen procesos de óxido-reducción
- Realizar cálculos estequiométricos en reacciones redox, utilizando la noción de pureza, rendimiento, reactivo limitante y reactivo en exceso y las leyes de Faraday.
- Reconocer cómo se almacena energía en pilas y baterías en forma de agentes oxidantes y agentes reductores.
- Reconocer la relación inversa entre el poder oxidante o reductor de un agente y el poder reductor u oxidante de su especie oxidada o reducida.
- Explicar la importancia social, histórica y tecnológica del uso de distintas fuentes de energía y la posibilidad de almacenamiento de energía.

- Explicar la problemática social y ambiental relativa a la disposición final de pilas y baterías

Eje Temático 3: Química y procesos industriales

La producción de ácido sulfúrico. Solubilidad. Calores de disolución y de dilución.

Preparación de soluciones: dilución, mezcla y disolución. Velocidad de reacción.

Dependencia con la temperatura, la superficie de contacto y las concentraciones.

Modelo cinético-molecular y temperatura. Modelo de colisiones y modelo del complejo

activado. Catalizadores. El uso del óxido de vanadio en el método de contacto.

Instrumentación del proceso Haber. Las enzimas como catalizadores biológicos:

procesos biotecnológicos. Estequiometría. El equilibrio químico como proceso

dinámico: igualdad de velocidades de reacción directa y de reacción inversa.

En este eje resulta fundamental que los estudiantes comprendan que las reacciones químicas ocurren a distintas velocidades, su dependencia con la temperatura y la concentración, cómo actúa un catalizador y su uso en distintos ámbitos (organismos vivos, en el laboratorio, procesos industriales, etc.).

Se pretende que los estudiantes a partir del estudio de la cinética química profundicen sus nociones acerca de la naturaleza dinámica del equilibrio químico.

Se continúa el trabajo de preparación de soluciones.

Se estudiará la producción industrial de ácido sulfúrico, compuesto químico de alta importancia económica en la industria química. Este proceso permite retomar las nociones de solubilidad y además introducir el estudio de calores de disolución y dilución.

En continuidad con los contenidos presentados en Introducción a la Química durante el 4to año de la Educación Secundaria, se trabajará con las nociones de cantidad de sustancia y conservación de la materia a partir de la preparación de las soluciones, y el cálculo de la cantidad de soluto presente en la solución. Se presentarán las ecuaciones químicas que representan la disolución de sustancias en estado sólido y gaseoso, y a partir de ellas se podrán realizar cálculos estequiométricos para hallar cantidad de soluto disuelta, y a partir de esta cantidad, la concentración de la solución. Se estudiarán las propiedades de las soluciones, como: densidad, concentración, color, etc.

Se abordarán en el laboratorio, procesos de dilución de soluciones, de mezcla de soluciones y de disolución de solutos para producir la solución con la concentración deseada.

Las nociones sobre cinética química serán presentadas a partir del análisis de la instrumentación del método de contacto para la producción de ácido sulfúrico. Este método permite introducir la dependencia de la temperatura sobre la velocidad de reacción, de la viscosidad, y también de la presencia de catalizadores (y su concentración). También se podrá tratar el compromiso que existe entre la cinética y el equilibrio químico en la instrumentación del método Haber.

El modelo de las colisiones permite explicar en forma sencilla la dependencia de la velocidad de reacción con la temperatura, las concentraciones y la superficie de contacto; las cuales serán trabajadas en forma cualitativa.

El modelo del complejo activado permite una explicación del proceso por el cual transcurre una reacción química. Además se utilizará para explicar la acción de los catalizadores, que al utilizar nuevos caminos de reacción, disminuyen la energía de activación de la reacción (y entonces, aumentan la velocidad de reacción).

Al trabajar con dichos modelos deberá presentarse a los estudiantes cuál es la finalidad de su construcción, a qué pregunta o problema responde dicha modelización, 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.

A partir de las nociones de cinética química estudiadas, se recuperará la naturaleza dinámica del equilibrio químico, en el cual la velocidad de reacción directa es idéntica a la velocidad de reacción inversa.

Como resultado del trabajo sobre los contenidos del eje 2, los estudiantes/as podrán:

- Reconocer procesos de dilución de soluciones y efectuar cálculos que permitan averiguar concentraciones de las soluciones diluidas y concentradas a partir de los datos necesarios.
- Preparar soluciones a partir de soluciones más concentradas de concentración conocida.
- Explicar la relevancia socioeconómica e histórica de los procesos de producción industrial estudiados.

- Conceptualizar la naturaleza dinámica del equilibrio químico, a partir de las nociones de cinética química estudiadas y de las nociones de equilibrio químico.
- Reconocer la relación entre diversos factores como la temperatura, concentración y superficie de contacto y la velocidad de una reacción.
- Reconocer la acción de los catalizadores en las reacciones químicas y a las enzimas como catalizadores biológicos.
- Utilizar los modelos estudiados sobre cinética química para predecir comportamientos de diversos sistemas químicos.

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 que están relacionadas tanto con los conceptos como con sus metodologías propias.
- Por otro, resignificar prácticas escolares y didácticas que, aunque puedan ser habituales en la enseñanza de la Química, a veces, por un uso inadecuado o rutinario, van perdiendo su significado y su valor formativo. También se incluyen orientaciones para la evaluación consistentes con la perspectiva de enseñanza.

Las orientaciones se presentan como actividades, no en el sentido de ser “ejercitaciones” para los estudiantes, sino prácticas sociales específicas, compartidas y distribuidas entre todos los participantes en el ámbito del aula, que deben ser promovidas por el docente.

De acuerdo con el enfoque de enseñanza propuesto para esta materia y en consonancia con los fundamentos expuestos en este Diseño, se señalan tres grandes pilares del trabajo en las clases de química, que si bien no deberían pensarse ni actuarse en forma aislada, constituyen al menos unidades separadas a los fines de la presentación. Estos pilares son:

- *Hablar, leer y escribir en Química;*
- *Trabajar con problemas de Química;*
- *Utilizar y conocer 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 alfabetización científica 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.

Son conocidas varias de las dificultades que enfrentan los estudiantes con el lenguaje en las clases de ciencias: es habitual comprobar que evidencian dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, para 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.

Además, 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 a un problema vinculado con el 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 San Martí⁵ 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 con el discurso 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 propias 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. No existen conceptos en sentido abstracto. Los conceptos se construyen y se 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, por supuesto, 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

⁵ SANMARTÍN. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2000, 18 (3)

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 a la manera tradicional de plantear las clases de Química. Por lo general, las clases se inician informando –exponiendo– los 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 vaya 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 dentro de las aulas: 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 a 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. Por ello se plantea la necesidad de 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).
- comunicar a diversos públicos (al grupo, a estudiantes más pequeños, a pares, a padres, a la comunidad, etc.) una misma información científica como forma de romper con el uso exclusivo del texto escolar.

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 como: describir, explicar, definir, argumentar y justificar, al trabajar con textos tanto orales como escritos;
- explicar y delimitar las demandas de tarea 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 la comunidad toda 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 4º año y en toda ocasión en que se haga referencia a las propiedades de las sustancias deberá hacerse explícita mención de 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 el etanol tiene 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 Lemke⁶ 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.

Por lo tanto, la enseñanza en estas materias debe promover que, gradualmente los estudiantes incorporen a su lenguaje coloquial, los elementos necesarios del lenguaje particular de la química, que les permitan 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

⁶ Lemke, J., *Aprender a hablar ciencias*. Buenos Aires, Paidós, 1997.

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.

Una tarea de enseñanza consistente con este punto es, por lo tanto, poder traducir el significado de la misma en el ámbito de aplicación específico y hacerlo en el lenguaje más coloquial que la situación permita, sin descuidar por ello la precisión de las expresiones utilizadas.

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 deben poner de relieve qué expresiones son incorrectas, revelan una falta de comprensión o son contradictorias con el significado de la ecuación.

En este apartado es importante hacer un señalamiento respecto de la enseñanza de las fórmulas químicas y la nomenclatura, por un lado, y, por otro, respecto del uso de las ecuaciones matemáticas para expresar resultados o para 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, se prescribió en los años anteriores de la educación secundaria, enseñar a los estudiantes algunas de las convenciones que la química utiliza para nombrar sustancias, así como la clasificación de compuestos binarios sencillos. Durante el 4° año y el 6° año se trabajará con la nomenclatura de compuestos orgánicos. Los estudiantes deberán escribir y nombrar compuestos orgánicos sencillos, de acuerdo a las convenciones establecidas por la IUPAC (Unión Internacional 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 serán diferenciadas oportunamente de aquellas formas sistemáticas empleadas para otros casos. En todo caso, debe tenerse presente que la nomenclatura y la simbología químicas son temas imprescindibles para estudios posteriores y parte del trabajo en Química.

No obstante, 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* en 4° y 5° año, amplía las posibilidades de lectura de las ecuaciones químicas, y este contenido debe ser trabajado durante a lo largo de toda la Educación Secundaria., en las materias de química. La noción de equilibrio químico, trabajada desde 4° año, 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 poder 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 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 la relación existente entre estos *dos niveles de descripción* implicados en la explicación.

Son oportunidades especialmente interesantes para trabajar las prácticas de lenguaje en el campo de la química para este 5° año:

Con relación a las variaciones de diversas propiedades de los compuestos se debe trabajar en la relación entre estructura molecular y los valores de las propiedades, para lo cual resulta fundamental detenerse en el análisis de la argumentación que los estudiantes ofrecen en lo que respecta a las variables consideradas para la justificación. Idénticas consideraciones pueden hacerse respecto de la solubilidad relativa de las diversas sustancias.

La estructura de la argumentación implica un aprendizaje específico de las formas de enunciar, describir y exponer los vínculos entre diversos niveles de representación. *Por lo tanto, el docente debe precisar estas reglas y funcionar como modelo de actuación de estas formas discursivas, enfatizando explícitamente los elementos que forman parte indispensable de las argumentaciones científicas.*

La escritura de las ecuaciones químicas presentadas durante este año debe ser considerada, simultáneamente, con la importancia de una lectura apropiada, atendiendo

a cuestiones tales como las relaciones estequiométricas involucradas, la noción de reversibilidad, 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 además chequear que esa respuesta sea adecuada.

Al resolver un problema, el experto, el científico, recorre en forma bastante aproximada los pasos señalados por Polya⁷:

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.

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 solución, en

⁷ Polya G., *Cómo plantear y resolver problemas*. México, Trillas, 1987.

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 ser exclusivamente problemas que se hacen 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, y además como experto en resolver problemas de la materia, es quien está en mejores condiciones de recrear un panorama conceptual y metodológico para 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 propicien en los estudiantes el aprendizaje de conceptos y procedimientos, tanto 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 Química de este año, se señalan a continuación algunos ejemplos en los

cuales pueden plantearse ejercicios y algunos tipos de problemas más abiertos a modo de indicación.

a. 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, o bien más, o bien 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 con mayor autonomía los conceptos vinculados tanto como los algoritmos requeridos.

Es importante que el docente tenga en cuenta algunas cuestiones a la hora de trabajar con ejercicios.

- Por una parte, 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.

b. 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.

A continuación, se señalan algunos problemas abiertos, semi-abiertos y/o cerrados adecuados a los contenidos de Química para este año:

El trabajo con problemas y las investigaciones escolares

En el enfoque de este Diseño Curricular las investigaciones escolares se orientan a poner a los estudiantes frente a la posibilidad de trabajar los contenidos de la materia, a partir de problemas, de forma integrada, permitiendo aprender simultáneamente los marcos teóricos y los procedimientos específicos de estas ciencias.

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 las investigaciones escolares 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 Caamaño⁸ (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 por un camino que les permita comprender 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

⁸ Jiménez Aleixandre, M. P. y otros, *Enseñar ciencias*. Barcelona, Graó, 2003.

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 y distribuir 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, pero es necesario establecer que una investigación escolar requiere, como mínimo, de tres clases en las que puedan realizarse las fases de identificación y planificación, la de realización y finalmente la de 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 la ciencia escolar

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, tal que el proceso de aprender 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 para este ciclo. Las preguntas a formular deben tener en cuenta los contenidos, tanto en lo relacionado con los conceptos como con los procedimientos a enseñar.

Las investigaciones escolares que se realicen deben presentarse a partir de problemas o preguntas que deban ser profundizados con ayuda bibliográfica o a través de trabajos experimentales de posible realización. En este sentido, es posible trabajar ampliamente con situaciones que promuevan investigaciones escolares en las que, además de las búsquedas bibliográficas, se trabaje con 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 frente 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.

A continuación se proponen algunos ejemplos de actividades. En particular en 5° año, hay muchos contenidos que pueden trabajarse o profundizarse a través de trabajos de *investigación bibliográfica* como los vinculados con la producción industrial de diversos materiales de importancia económica y social, así como, *ventajas y desventajas* de la utilización de pilas y baterías en relación con el impacto ambiental o la cantidad de energía que cada una de ellas produce en relación con los usos específicos que se les da cotidianamente. Ciertamente es un tema importante a investigar, tanto desde el punto de vista bibliográfico, como experimental, la composición de aguas de diversa procedencia: agua corriente de red, agua de pozo, agua mineral de diversas zonas, agua de río, agua de mar, entre otras. En este punto, es importante retomar las especificaciones sobre el particular que establece el Código Alimentario Argentino y proponer para el debate, la importancia de la calidad del agua para diversos consumos, así como su disponibilidad en nuestro país y en el mundo, que la convierten en una

sustancia estratégica desde el punto de vista económico e imprescindible desde lo social.

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 debiendo sostener su posición y anticipar las posibles objeciones de los otros;*
- *sesiones de preguntas a expertos;*
- *visitas a distintas industrias, institutos o centros de investigación para conocer sus prácticas habituales y las medidas de seguridad que toman quienes trabajan con estos materiales;*
- *la discusión con paneles de expertos de diversas procedencias sobre los peligros y posibilidades de la utilización de diversos productos;*
- Además, se puede buscar abundante información en los medios, las organizaciones ecologistas, o Internet, para ampliar la mirada sobre los contenidos planteados.

En el eje de **Química del agua** es fundamental que el estudiante adquiera un buen manejo de las unidades de concentración (como propiedad intensiva de las soluciones), cómo es posible transformar la expresión de la concentración en una unidad a otra; comprendan y se representen qué es un proceso de dilución, de disolución y de mezcla de soluciones y puedan llevarlo a la práctica en el laboratorio, necesitando para ello la habilidad de: pipetear, trasvasar analíticamente, enrasar, pesar y traspasar cuantitativamente sólidos de un recipiente a otro. También que comprendan que la solubilidad de un soluto es propiedad del solvente y no depende de la concentración de aquel.

En el eje de **Electroquímica y almacenamiento de energía**, se pretende que los estudiantes comprendan que las reacciones de óxido-reducción implican procesos de transferencia de electrones, cómo en una reacción redox se genera la especie oxidada a partir de la especie reducida del agente oxidante (y la especie reducida a partir de la especie oxidada del agente reductor) y la relación inversa entre el poder oxidante de la especie reducida y el poder reductor de su especie oxidada.

A su vez, se pretende un muy buen manejo de nociones de estequiometría, como: pureza, reactivo limitante, reactivo en exceso, rendimiento, cantidad y masa de producto producido, cantidad y masa de reactivos consumidos, cantidad y masa de reactivo en exceso sin consumir que entonces permanece en el contenedor; utilizando además las leyes de Faraday como dato en las reacciones redox de electrólisis.

En el eje sobre **Química y aplicaciones industriales** resulta de especial importancia, que los estudiantes comprendan que las reacciones químicas ocurren a distintas velocidades, su dependencia con la temperatura y la concentración, cómo actúa un catalizador y su uso en distintos ámbitos (organismos vivos, en el laboratorio o en procesos industriales).

En este eje resulta fundamental que los estudiantes puedan comprender la naturaleza dinámica del equilibrio químico, qué representa la constante de equilibrio (que no depende de las concentraciones de producto ni de reactivo en el sistema), el cociente de reacción (que sí depende de las concentraciones de reactivo y producto en el sistema); que puedan calcular constantes de equilibrio y cocientes de reacción a partir de datos experimentales, predecir en qué sentido avanzará una reacción a partir de la constante de equilibrio y el cociente de reacción, un muy buen manejo del principio de Le Chatelier y poder calcular concentraciones en el equilibrio. Estos temas (ya trabajados en el año anterior) se retomarán principalmente a partir del estudio equilibrios de precipitación y ácido-base.

De ese modo, los estudiantes podrán predecir a partir del Q_{ps} y el K_{ps} si una determinada sustancia en solución precipitará o no, y calcular la solubilidad de una sustancia a partir de la constante de equilibrio de precipitación.

Es necesario, también que los estudiantes aborden el estudio y el trabajo acerca de la relación entre los ácidos y sus bases conjugadas, en la formulación de la representación de uno a partir de la fórmula química del otro; en que todas las reacciones químicas ácido-base tienen a uno como reactivo y al otro como producto y en la relación inversa que existe entre en la fuerza de una base y la fuerza de su ácido conjugado (y entonces en el cálculo de K_b de uno a partir del K_a del otro).

A su vez que continúen el trabajo de preparación de soluciones y aprendan el manejo de una bureta y de métodos de titulación como forma de conocer la concentración de una solución.

Utilizar modelos

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 enseñanza 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 se han 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 anteriores⁹, 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

⁹ Driver, R., Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid, MEC/Morata, 1989.

movimiento de los objetos, o 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, es necesario recurrir a preguntas que no evalúen un contenido escolar previo, como por ejemplo, ¿cómo se llaman los diversos tipos de soluciones? o ¿en qué unidades se expresa la concentración?, sino preguntas del estilo, ¿cómo y por qué se puede “almacenar” energía en una pila?

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.

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. Con relación al 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).

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 con concepciones 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 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 a los propósitos establecidos: la formación ciudadana a partir de las ciencias, la preparación para el mundo del trabajo y la continuidad de los estudios.

Durante el Ciclo Superior de la Educación Secundaria, se profundiza el trabajo con modelos escolares iniciado durante el 2do año. Se utiliza el modelo de las colisiones para trabajar sobre aspectos vinculados a la cinética química y el modelo del complejo activado para explicar la acción enzimática. Durante 5to año, también se trabaja con diferentes modelos para la conceptualización ácido-base.

Además de estos modelos simbólicos, se trabaja sobre modelos matemáticos para la conceptualización del equilibrio químico y de equilibrios en solución.

Orientaciones para la evaluación

En este Diseño Curricular se entiende por evaluación 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 desarrollo del proceso que permitan obtener información y dar cuenta de cómo se desarrollan los procesos de aprendizaje de los estudiantes tanto como 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 otras ocasiones, conocer la marcha de una modelización, en otras el aprendizaje de ciertos procedimientos.

En la evaluación, los contenidos no están desligados de las acciones o procedimientos 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 a 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 por 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 para hacerlo en forma diferencial. 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.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de criterios de evaluación que, si bien no pretenden agotar la totalidad de los contenidos propuestos en este Diseño, dan líneas 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 5° año, podemos mencionar los que a continuación se presentan.

- Para el núcleo de contenidos relativo a **Química del agua:**

Diseñar y realizar experiencias que permitan determinar la presencia de minerales en diversas muestras de agua.

Para poder evaluar en qué medida los estudiantes han cumplido con este objetivo, algunos criterios podrían ser:

- expresar con palabras los pasos que debe realizar;
 - justificar la secuencia experimental diseñada;
 - 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 como 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 objetivos de aprendizaje para este año y en relación con *todos los núcleos de contenidos*, se propone que el estudiante logre *presentar la información científica cuantitativa y cualitativa de las investigaciones vinculadas a contenidos de los ejes, 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 del ácido sulfúrico en nuestro país y en el mundo.* 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:

- ser capaz de formularse preguntas, en forma individual o grupal que puedan luego ser investigadas;
- buscar fuentes de las cuales obtener información fidedigna;
- recolectar información en forma adecuada y organizada;
- organizar la información de acuerdo a 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;
- 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 de 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 en su concepción, los conceptos con las acciones en las 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 para que 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, enumeramos algunos de estos.

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, entre otros);
- *La definición y/o reconocimiento* de definiciones (Qué significa cantidad de sustancia, qué es una pila, qué se conoce con el nombre de indicadores, a qué se llama agua potable);
- *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 algún tipo de contaminación debido a un proceso químico? ¿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 puede diseñar otro proceso químico de obtención de una determinada sustancia que sea menos contaminante o menos riesgoso? ¿De qué modo deberían tratarse las pilas en desuso?

En todo caso debe advertirse que 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 de manera conjunta en el aula y explicitarse a los estudiantes.

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); poder clarificar cuál es el problema origen es un paso necesario para poder 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. 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.

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.

Auto-evaluación, Co-evaluación 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 de 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 del propio desempeño tanto como el 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 a 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 *co-evaluación*, 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 *auto-evaluación* 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 auto-evaluación 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

- 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 DF, Limusa, 1998.
- Cotton, Frank Albert; Wilkinson, Geoffrey. *Química Inorgánica Básica*. México DF, 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.
- QuimCom., Química en la Comunidad*, Wilmington, EUA, Addison Wesley Iberoamericana, 1997

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, *Alfabetización científica y tecnológica*. Colihue, 1998.

Kuhn, Thomas. S., *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid, Breviarios, 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, Pedro, *Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación*, Investigación en la escuela, 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*, 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 de la Universidad de Barcelona/Horsori, 1991.

Gil, D. “*Tres paradigmas básicos en la Enseñanza de las Ciencias*” en Enseñanza de las Ciencias 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. Es muy interesante y en consonancia con la propuesta del presente DC.

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

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:>

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:>

Apuntes y ejercicios sobre Física y Química.

<http://www.aula21.net:>

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

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

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/>

La revista 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 a:<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/Semanario/elab.html>