



**Química**  
**Ciencias Naturales**

**Programa de Estudio**  
**Tercer Año Medio**



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE EDUCACION

Química / Ciencias Naturales  
Programa de Estudio, Tercer Año Medio, Formación General  
Educación Media, Unidad de Curriculum y Evaluación  
ISBN 956-7933-54-5  
Registro de Propiedad Intelectual N° 116.760  
Ministerio de Educación, República de Chile  
Alameda 1371, Santiago  
[www.mineduc.cl](http://www.mineduc.cl)  
Octubre de 2000

Santiago, octubre de 2000

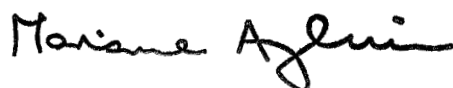
Estimados profesores:

EL PRESENTE PROGRAMA DE ESTUDIO de Tercer Año Medio de la Formación General ha sido elaborado por la Unidad de Curriculum y Evaluación del Ministerio de Educación y aprobado por el Consejo Superior de Educación, para ser puesto en práctica, por los establecimientos que elijan aplicarlo, en el año escolar del 2001.

En sus objetivos, contenidos y actividades busca responder a un doble propósito: articular a lo largo del año una experiencia de aprendizaje acorde con las definiciones del marco curricular de Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media, definido en el Decreto N°220, de mayo de 1998, y ofrecer la mejor herramienta de apoyo a la profesora o profesor que hará posible su puesta en práctica.

Los nuevos programas para Tercer Año Medio de la Formación General plantean objetivos de aprendizaje de mayor nivel que los del pasado, porque la vida futura, tanto a nivel de las personas como del país, establece mayores requerimientos formativos. A la vez, ofrecen descripciones detalladas de los caminos pedagógicos para llegar a estas metas más altas. Así, al igual que en el caso de los programas del nivel precedente, los correspondientes al Tercer Año Medio incluyen numerosas actividades y ejemplos de trabajo con alumnos y alumnas, consistentes en experiencias concretas, realizables e íntimamente ligadas al logro de los aprendizajes esperados. Su multiplicidad busca enriquecer y abrir posibilidades, no recargar ni rigidizar; en múltiples puntos requieren que la profesora o el profesor discierna y opte por lo que es más adecuado al contexto, momento y características de sus alumnos y alumnas.

Los nuevos programas son una invitación a los docentes de Tercer Año Medio para ejecutar una nueva obra, que sin su concurso no es realizable. Estos programas demandan cambios importantes en las prácticas docentes. Ello constituye un desafío grande, de preparación y estudio, de fe en la vocación formadora, y de rigor en la gradual puesta en práctica de lo nuevo. Lo que importa en el momento inicial es la aceptación del desafío y la confianza en los resultados del trabajo hecho con cariño y profesionalismo.



MARIANA AYLWIN OYARZUN  
Ministra de Educación

Presentación	9
Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa	13
Objetivos Fundamentales	15
Cuadro sinóptico: Unidades, contenidos y distribución temporal	16
Esquema conceptual del programa	18
<b>Unidad 1: Nociones de reactividad y de equilibrio químico</b>	20
Actividades	24
<b>Unidad 2: Reacciones ácido-base y redox</b>	68
Actividades	71
<b>Unidad 3: Cinética química</b>	106
Actividades	110
<b>Unidad 4: Reactividad en química orgánica</b>	138
Actividades	141
Glosario	170
Bibliografía	174
Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios	
Primer a Cuarto Año Medio	177



## Presentación

EN EL PRESENTE PROGRAMA se inicia el estudio de los principios básicos de la termodinámica, su aplicación a los procesos que ocurren en sistemas químicos y los factores que determinan el estado de equilibrio. Se estudian, a continuación, dos importantes tipos de reacciones: las reacciones ácido-base y de óxido reducción o redox, para continuar con el estudio de los factores que afectan la dinámica con que los procesos tienden al equilibrio y los mecanismos que explican dicha dinámica a nivel molecular. Finalmente se aborda el estudio de algunos principios básicos de reactividad de compuestos orgánicos.

### Organización del programa

El programa consta de cuatro unidades:

- Nociones de reactividad y de equilibrio químico
- Reacciones ácido-base y redox
- Cinética química
- Reactividad en química orgánica

El programa es muy flexible, de modo que el profesor o la profesora podrá alterar el orden en que son desarrolladas las unidades. No obstante lo anterior, se recomienda que la Unidad 1 sea tratada primero ya que, por su generalidad, se puede aplicar también con mayor provecho a los ejemplos de actividades presentados en las otras.

Los ejemplos de actividades que se incluyen aspiran a ser una ayuda y guía eficaz para que el docente desarrolle el programa en la mejor forma. Sin embargo, estos ejem-

plos pueden ser reemplazados por otros similares, adaptándolos al equipamiento del laboratorio escolar, a las necesidades pedagógicas y a las visiones personales del docente respecto a cómo optimizar la consecución de los aprendizajes esperados. Cualquiera sea la modalidad de presentación de los contenidos, ella deberá incluir de manera importante sólidas sesiones de experimentos, en las que alumnas y alumnos aprendan haciendo y construyan el conocimiento aplicando el método científico, conceptualizando sus aprendizajes y contrastando hipótesis. En este contexto, la formación de los estudiantes pasa por la integración de las esferas del conocimiento teórico con las habilidades y destrezas prácticas que permiten aplicarlo en forma concreta a problemas experimentales relativamente simples. Estos experimentos se dan generalmente en contextos que destacan la importancia de la ciencia para la vida cotidiana.

Se reconoce la importancia de la computación para el aprendizaje de la ciencia, en donde esta herramienta es de gran utilidad para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, principalmente en el procesamiento de datos y en la búsqueda de información. Sin embargo, las actividades computacionales en caso alguno podrían reemplazar el trabajo de laboratorio.

El esquema conceptual que se incluye al comienzo del programa orientará al profesor o a la profesora para establecer nexos entre los conceptos que estructuran las diferentes unidades. Es muy recomendable que dicho esquema también sea conocido por alumnas y alumnos, de modo que adquieran

un sentido de la utilidad de los diversos conceptos y puedan visualizar el contexto en que éstos se sitúan en cada actividad del programa.

La Unidad 1 establece un marco conceptual básico de la termodinámica, en particular las funciones de entalpía, entropía y energía libre, que se relacionan luego con la idea de que los procesos que ocurren naturalmente siempre responden a cambios que significan una disminución de la energía libre del sistema y que corresponden a procesos espontáneos.

Se introduce el concepto de estado de equilibrio como aquél en el cual permanecen constantes las propiedades macroscópicas del sistema, mientras que a nivel microscópico persisten las transformaciones con la incesante transformación de moléculas de productos en moléculas de reactantes y viceversa.

En la Unidad 2 se consideran dos importantes tipos de equilibrio químico: ácido base y redox, relacionados con la mayoría de los cambios químicos que ocurren en la naturaleza.

Las reacciones ácido-base amplían los aprendizajes de química de Segundo Año Medio, pero aquí se generalizan dichos conceptos y se introducen ejemplos cotidianos de reacciones ácido-base, del proceso de neutralización y de titulaciones. Por otra parte, el estudio de las reacciones redox permite comprender el funcionamiento de las pilas electroquímicas y la producción de energía eléctrica por medio de ellas.

La Unidad 3, que trata la cinética química, aborda el estudio de la velocidad con que ocurren los cambios químicos, cubriendo todo el espectro de reacciones, desde las muy lentas hasta las extremadamente rápidas, algunas de las cuales se desencadenan en forma explosiva, con gran desprendimiento de calor.

En el estudio de esta unidad se introducen dos conceptos claves: por un lado, el

de velocidad de reacción que, entre otras variables, depende de la concentración de los reactantes (y, más raramente, de la concentración de los productos) y de la temperatura; por otra parte, el concepto de energía de activación. La comprensión de este concepto permitirá a los estudiantes racionalizar la existencia de reacciones que ocurren con una velocidad insignificante debido a que la transformación de reactantes en productos significa una barrera energética difícil de traspasar.

Finalmente, en la Unidad 4 se aborda la reactividad de compuestos orgánicos descrita a través de los efectos electrónicos y estéricos. El estudio de la reactividad en química orgánica deberá conectar los cambios que ocurren en la estructura molecular con interacciones microscópicas entre y dentro de las moléculas que se traducen en la ruptura y formación de enlaces, y explicará la existencia de reacciones químicas o procesos dinámicos que modifican la naturaleza de las especies que en ellas intervienen.

Esta unidad extiende y orienta a la práctica la química orgánica aprendida en 2º Medio. Sus aplicaciones a la conservación y fabricación de diferentes productos destacará que el estudio de la reactividad en química orgánica no sólo tiene interés teórico y se cultiva al interior de los laboratorios de investigación académica, sino que también tiene importantes aplicaciones prácticas y se aborda en laboratorios de investigación en la industria.

Los estudiantes aprenderán que la química, tanto orgánica como inorgánica, se conecta con la biología a través de la bioquímica, que estudia los procesos químicos que ocurren en los seres vivos y las transformaciones a través de las que, a nivel celular, se aprovechan los nutrientes contenidos

en los alimentos, almacenando reservas en forma de especies de alto contenido energético, que son transformadas durante la realización de las funciones vitales.

En particular, la química inorgánica no se deberá asociar sólo a los minerales y otros materiales inertes. Una nueva ciencia, la bioinorgánica, estudia las moléculas de interés biológico que poseen elementos metálicos y no metálicos, que son fundamentales para la vida. En la actualidad se reconocen alrededor de treinta elementos químicos cuyos compuestos poseen funciones irremplazables en los seres vivos. La vital importancia de estos elementos contrasta con el hecho de que frecuentemente se hallan en muy pequeñas cantidades. Entre estos elementos se encuentran, por ejemplo, hierro, vanadio, cromo, manganeso, cobre, cinc, cobalto, bromo y yodo.

Todas las unidades de este programa pretenden lograr una integración de la química con los procesos que ocurren en la naturaleza, en particular en los seres vivos, y poseen, por lo tanto, importancia para que los estudiantes comiencen a concluir su formación escolar integrando sus conocimientos y logrando así una mejor comprensión de los procesos naturales, de sí mismos y del lugar que ocupan en la naturaleza.

Tiene gran importancia, en este programa, la relación de la química con la vida cotidiana y con el cuidado y conservación responsable e inteligente del medio ambiente. Por ello se deberá tender a que los estudiantes se formen con solidez y presenten una posición crítica, firme y documentada frente a criterios que privilegian factores económicos y sociales de corto y mediano plazo, como creación de fuentes de trabajo, aumento del ingreso per cápita, crecimiento de las exportaciones, freno al despoblamiento de una re-

gión, etc. a costa de provocar un daño irreversible al medio ambiente.

También se velará por la formación valórica de las alumnas y alumnos y la experimentación deberá enmarcarse en el uso de sustancias de baja toxicidad, en la eliminación responsable de residuos y en una valoración de sus actitudes para que se hagan cargo de la gravedad de los problemas ambientales y busquen y propongan soluciones alternativas para minimizarlos y revertir su tendencia.

La evaluación se considera integrada al proceso de enseñanza-aprendizaje, formando un continuo. Por este motivo el programa tiene una estructura en que al término de cada actividad se ha agregado un conjunto de sugerencias de evaluación, incluyéndose en ellas aspectos relacionados directamente con los aprendizajes esperados, pero también con los Objetivos Fundamentales Transversales (OFT).


El docente desplegará esfuerzos para que en cada actividad se desarrollen diversas formas de evaluación, incluyendo la autoevaluación y la evaluación de pares. Ello no excluye en modo alguno formas más explícitas e integradoras de evaluación escrita u oral que podrán realizarse con la periodicidad que el docente estime conveniente, para asegurar que los aprendizajes hayan sido realmente logrados y para que, en los casos en que ello no sea así, pueda actuar remedialmente en forma oportuna.


Por otra parte, la evaluación debe propender constantemente a una integración de los conocimientos y habilidades ya adquiridas.

La evaluación debe ser un proceso natural y transparente. Por ello es importante que los estudiantes sepan desde un comienzo cómo serán evaluados y qué conocimientos, habilidades y destrezas se espera que logren.

En algunos casos ha parecido preferible que los alumnos y alumnas memoricen alguna información cuya deducción sería factible sólo para estudiantes especialmente dotados. El profesor o la profesora no debe renunciar a este recurso, que podría aparecer metodológicamente extraño, ya que es una ayuda eficaz para el aprendizaje y aplicación de conocimientos cuando el razonamiento que lleva a esa información sigue una cadena conceptual relativamente extensa o compleja. Más tarde, si los estudiantes profundizan en esos temas, podrán comprender bien el origen y razón de ser de dicha información.

En los ejemplos se han introducido dos tipos de símbolos:

 Indica que hay una observación que tiene que ver con el cuidado y preservación del medio ambiente y, en general, se relaciona con el tratamiento de residuos y su eliminación responsable.

 Es un signo de precaución y llama la atención sobre posibles riesgos y la necesidad de omitir experimentos u observar ciertas medidas de seguridad para su realización.

## Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa

LOS OBJETIVOS FUNDAMENTALES Transversales (OFT) definen finalidades generales de la educación referidas al desarrollo personal y la formación ética e intelectual de alumnos y alumnas. Su realización trasciende a un sector o subsector específico del currículum y tiene lugar en múltiples ámbitos o dimensiones de la experiencia educativa, que son responsabilidad del conjunto de la institución escolar, incluyendo, entre otros, el proyecto educativo y el tipo de disciplina que caracteriza a cada establecimiento, los estilos y tipos de prácticas docentes, las actividades ceremoniales y el ejemplo cotidiano de profesores y profesoras, administrativos y los propios estudiantes. Sin embargo, el ámbito privilegiado de realización de los OFT se encuentra en los contextos y actividades de aprendizaje que organiza cada sector y subsector, en función del logro de los aprendizajes esperados de cada una de sus unidades.

Desde la perspectiva señalada, cada sector o subsector de aprendizaje, en su propósito de contribuir a la formación para la vida, conjuga en un todo integrado e indisoluble el desarrollo intelectual con la formación ético-social de alumnos y alumnas. De esta forma se busca superar la separación que en ocasiones se establece entre la dimensión formativa y la instructiva. Los programas están contruidos sobre la base de contenidos programáticos significativos que tienen una carga formativa muy importante, ya que en el proceso de adquisición de estos conocimientos y habilidades los estudiantes establecen jerarquías valóricas, formulan juicios

morales, asumen posturas éticas y desarrollan compromisos sociales.

Los Objetivos Fundamentales Transversales definidos en el marco curricular nacional (Decreto N° 220), corresponden a una explicitación ordenada de los propósitos formativos de la Educación Media en cuatro ámbitos: Crecimiento y Autoafirmación Personal, Desarrollo del Pensamiento, Formación Ética, Persona y Entorno; su realización, como se dijo, es responsabilidad de la institución escolar y la experiencia de aprendizaje y de vida que ésta ofrece en su conjunto a alumnos y alumnas. Desde la perspectiva de cada sector y subsector, esto significa que no hay límites respecto a qué OFT trabajar en el contexto específico de cada disciplina; las posibilidades formativas de todo contenido conceptual o actividad debieran considerarse abiertas a cualquier aspecto o dimensión de los OFT.

Junto a lo señalado, es necesario destacar que hay una relación de afinidad y consistencia en términos de objeto temático, preguntas o problemas, entre cada sector y subsector, por un lado, y determinados OFT, por otro. El presente programa de estudio ha sido definido incluyendo ('verticalizando'), los objetivos transversales más afines con su objeto, los que han sido incorporados tanto a sus objetivos y contenidos, como a sus metodologías, actividades y sugerencias de evaluación. De este modo, los conceptos (o conocimientos), habilidades y actitudes que este programa se propone trabajar integran explícitamente gran parte de los OFT

definidos en el marco curricular de la Educación Media.

El Programa de Química de Tercer Año Medio refuerza algunos OFT que tuvieron presencia y oportunidad de desarrollo durante el Primer y Segundo Año Medio y adicionan otros propios de las nuevas unidades.

- El OFT del ámbito *crecimiento y autoafirmación personal* referido a la formación y desarrollo del interés y capacidad de conocer la realidad y utilizar el conocimiento y la información.
- Todos los OFT del ámbito *desarrollo del pensamiento*. En este marco, tienen especial énfasis las habilidades de investigación y el desarrollo de formas de observación, razonamiento y de proceder características del método científico, así como las de exposición y comunicación de resultados de actividades experimentales o de indagación. Adicionalmente, en las múltiples actividades experimentales que el programa plantea, se destaca en especial la formación de hábitos de rigurosidad en el trabajo de observación y medición, y de flexibilidad y creatividad en la formulación de preguntas e hipótesis.
- El OFT del ámbito *persona y su entorno* referido a la protección del entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano. El programa plantea el conocimiento de la química como una herramienta valiosa para la comprensión de la relación entre el ser humano y su entorno, así como de los procesos que ocurren en la naturaleza.
- En las unidades referidas al equilibrio y a la cinética química se propone que los estudiantes identifiquen las relaciones de la ciencia con la vida cotidiana (alimentación, producción de energía, calefacción, etc) y entiendan, de manera elemental, que todos los procesos naturales

tienen una dinámica cuyo estudio puede ser abordado por la ciencia.

Además, el programa se hace cargo de los OFT de Informática incorporando en diversas actividades y tareas la búsqueda de información a través de redes de comunicación y empleo de software.

Junto a lo señalado, el programa, a través de las sugerencias al docente que explícita, invita a prácticas pedagógicas que realizan los valores y orientaciones éticas de los OFT, así como las definiciones sobre habilidades intelectuales y comunicativas. En el ámbito de la formación ética ello se expresa a través de:

- La seriedad y exhaustividad en el estudio de todos los antecedentes que preceden al inicio de un trabajo de investigación.
- El respeto por la vida en cualquiera de sus formas.
- La honestidad en la presentación y discusión de todos los resultados.
- La humildad en reconocer abiertamente que nadie es poseedor de la verdad y que el conocimiento de todo ser humano es limitado e imperfecto.

## Objetivos Fundamentales

Las alumnas y los alumnos desarrollarán la capacidad de:

1. Comprender conceptos básicos de reactividad y equilibrio químico y relacionarlos con reacciones químicas espontáneas del entorno.
2. Conocer los fundamentos de la estequiometría y hacer cálculos estequiométricos.
3. Entender los fundamentos de la cinética y describir fenómenos cinéticos simples.
4. Realizar mediciones controlando más de una variable, valorando la veracidad y rigurosidad en la investigación científica.
5. Entender los factores que afectan la reactividad en química orgánica.
6. Investigar e integrar información de fuentes bibliográficas científicas.

## Unidades, contenidos y distribución temporal

### Cuadro sinóptico

Unidades	
<b>1</b>	<b>2</b>
Nociones de reactividad y de equilibrio químico	Reacciones ácido- base y redox
Contenidos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Factores energéticos asociados a la reactividad y al equilibrio químico: espontaneidad, energía libre y entropía; reacciones exotérmicas y endotérmicas. Estequiometría.</li> <li>Observación y clasificación de al menos dos clases de reacciones químicas que ocurran espontáneamente en el entorno inmediato.</li> <li>Conceptos termodinámicos básicos: sistema, entorno y procesos.</li> <li>Conceptos de entalpía, espontaneidad e irreversibilidad.</li> <li>Reacciones exotérmicas y endotérmicas.</li> <li>Procesos espontáneos y no espontáneos. Introducción del concepto de entropía.</li> <li>Variación de entalpía y de entropía en cambios de estado y en reacciones químicas. Introducción del concepto de energía libre.</li> <li>Los cambios de energía libre y su relación con el estado de equilibrio. La constante de equilibrio.</li> <li>Cambios de entalpía en reacciones químicas y su relación con la ruptura y formación de enlaces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de reacciones de oxidación y de reducción; estado de oxidación; igualación de ecuaciones redox; introducción a la electroquímica.</li> <li>Realización de experimentos con reacciones ácido base; concepto de titulación; cálculos de pH.</li> <li>Concepto de número de oxidación de un átomo. Convenciones y determinación del número de oxidación.</li> <li>Reacciones redox. Estequiometría. Método de igualación.</li> <li>Pilas electroquímicas. Fundamento teórico de su funcionamiento. Semirreacciones. Importancia tecnológica de las pilas y baterías.</li> <li>Soluciones de ácidos y bases. Determinación del pH. Realización de titulaciones ácido base y redox.</li> </ul>
Tiempo estimado	
11 semanas	10 semanas

## 3

## Cinética química

- Medición de la velocidad de una reacción simple, a lo menos a dos temperaturas y a dos concentraciones iniciales de reactantes; determinación del orden de reacción; cálculo de las constantes de velocidad; estimación de la energía de activación.
- Introducción a los mecanismos de reacción; reacciones químicas reversibles y equilibrio químico.
- Composición química y características físicas de catalizadores de uso en la vida cotidiana.
- Redacción de un ensayo de no más de 300 palabras acerca de la influencia de la temperatura en las reacciones de descomposición de alimentos.
- Factores que afectan la velocidad de las reacciones químicas: temperatura, concentración, catalizadores.
- Mecanismos de reacción y ley cinética. Concepto de etapa elemental. Paso determinante de una reacción.
- Significado de la energía de activación y su relación con la velocidad con que ocurre un proceso.
- Uso de los convertidores catalíticos y su importancia.
- Enzimas, su acción e importancia para la vida.

9 semanas

## 4

## Reactividad en química orgánica

- Fundamentos de las reacciones químicas de compuestos orgánicos: grupos funcionales y reactividad; efectos electrónicos y estéricos.
- Investigación y redacción de un informe analítico acerca de investigaciones actuales de síntesis orgánica.
- Análisis de la contribución de la química orgánica a la producción y almacenamiento de alimentos; aditivos alimentarios; sustancias tóxicas en los alimentos.
- Representación de moléculas orgánicas mediante modelos espaciales y figuras bidimensionales.
- Grupos funcionales en moléculas. Polarización de enlaces y su relación con la reactividad química.
- Identificación de sitios ricos y deficientes de electrones. Conceptos de electrófilo, nucleófilo.
- Reactividad comparada de los miembros de una misma familia de compuestos frente a una reacción particular.
- Conceptos básicos de reactividad orgánica. Mecanismo de reacción nucleofílica bimolecular,  $S_N^2$ . Efectos estéricos.
- Importancia de los compuestos halogenados en diversos ámbitos: tecnología, medicina, agricultura.
- Sustancias con función hidroxilo. Solubilidad y formación de enlace de hidrógeno.
- Concepto de óxido-reducción en sustancias orgánicas. Aplicación a procesos redox de interés biológico.

10 semanas

## Esquema conceptual del programa



