

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación subvencionado por la Universidad Nacional del Litoral (CAI+D).

Los programas de Química en la Universidad: comentarios y perspectivas

Pliego, O. H.¹; Odetti, H.² y Ortolani, A.²

Abstract: (The Programs of Chemistry in the University: Comments and Perspectives)

The subjects programs constitute the last stage of curricula organization and structure. As we prepare a subject program we shall keep in mind its potential usefulness as an information source for future research, as some variables present in it may change through time. With that in mind, it is considered that programs shall be clear, concrete, and with maximum inclusiveness grade, in a attempt for diminishing the wealth of hidden curricula.

The summary and comparison of programs of General Chemistry of National Universities, show that there is not consent on how topics are selected, as well as a great disparity in the mentioned bibliography, evidencing in some cases a lack of upgrade in the effective programs of the subject.

Resumen

Los programas de las asignaturas constituyen la última etapa de la organización y estructuración del currículo. Cuando preparamos un programa de una asignatura debemos tener en cuenta su utilidad potencial dado que se podría constituir en una rica fuente de información en cuanto a cómo se modifican en el tiempo algunas de las variables presentes en los mismos. Con ese objeto se considera que los programas deben ser claros, concretos, con máximo grado de inclusividad, en un intento de disminuir las riquezas de los currículos ocultos.

De la recopilación y comparación de programas de Química General de Universidades Nacionales de la República Argentina se pone de manifiesto que no hay consenso en el criterio de selección de los temas, así como una gran disparidad en la bibliografía citada, evidenciando en algunos casos una falta de actualización en los programas vigentes de la asignatura.

Marco y fundamentación

Este trabajo se inscribe dentro del marco de la investigación desde la propia práctica docente. En ella se intentan resolver

los problemas de la enseñanza y el aprendizaje a partir de conocerlos en comunidad y de proponer el trabajo en equipo para crear una cultura innovadora basada en la colaboración, asumiendo un compromiso compartido, en especial, por el desarrollo institucional. En este marco es que, creemos, cobra gran relevancia el estudio de los programas de las asignaturas como aporte dentro del proceso del cambio curricular que se está operando en las instituciones universitarias.

En relación con los programas de las asignaturas, podemos comenzar por el análisis de las características más sobresalientes de los mismos. Este análisis preliminar permite resumir:

1) Los programas de las asignaturas constituyen la última etapa de la organización y estructuración del currículo. Podemos afirmar que estos deben responder a tres fuentes (Díaz Barriga Arceo, 1990): a) los que aprenden, o sea las necesidades e intereses de los estudiantes; b) la sociedad: sus valores y problemas, y c) las disciplinas: a través de su estructura lógica.

2) En la organización de los contenidos de los programas son particularmente importantes las siguientes dimensiones: a) epistemológica: cómo se concibe el problema del conocimiento; b) psicológica: lineamientos de las teorías del aprendizaje, y c) universitaria: cómo se le define a éste en la relación universidad-sociedad.

La presentación de los programas de las asignaturas es de carácter obligatorio. En algunos institutos esto se debe cumplir en un formato fijo que, en la mayoría de los casos, es muy limitado. En algunas instituciones los programas son de presentación anual y la realiza el profesor titular o encargado de la asignatura; el mecanismo termina con la aprobación en el Consejo Directivo de la Facultad. Dentro de cada institución se puede acceder a ellos fácilmente, lo que permite afirmar que, de acuerdo con su carácter público, cualquiera de nosotros puede conocerlos, revisarlos, etcétera, lo cual puede constituir una tarea de lo más interesante. La consulta a los programas se podría constituir en una rica fuente de información en cuanto a cómo se modifican en el tiempo algunas de las variables presentes en los mismos; entre otras, los propósitos, intereses, contenidos, correlatividades, tiempos asignados, modelos, estrategias, recursos, bibliografía, etcétera.

En ese sentido, en este trabajo hemos analizado los programas vigentes de la asignatura Química General de

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Av. Pellegrini 250, Rosario-Argentina.

² Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria Paraje "EL Pozo" cc 242-Santa Fe-Argentina.

Recibido: 4 de marzo de 2001; **aceptado:** 2 de julio de 2001.

diferentes facultades de Bioquímica de universidades de la República Argentina con la finalidad de proponer nuevos programas para esta asignatura y aportar así al proceso de cambio curricular de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral; en el análisis y organización definitiva también se evocaron espontáneamente los programas que conocimos como alumnos universitarios.

Desde estas afirmaciones podemos deducir que, con una estructura completa y adecuada, los programas de las asignaturas son herramientas potencialmente útiles al constituirse en:

- a). Verdaderos instrumentos didácticos, de gran ayuda para la enseñanza y el aprendizaje y su consulta, por parte de los alumnos y docentes es beneficiosa.
- b). Documentos públicos que, al ser evaluados, proyectan en nosotros la variación del currículo, con todo lo que eso conlleva, como ser posibles modificaciones futuras del mismo, explicación de anteriores modificaciones, etcétera.
- c). Documentos que permiten a los docentes y autoridades académicas “gerenciar” los planes de estudio y aportar a la autoevaluación de las instituciones.

¿Qué estructura deben tener los programas de las asignaturas para que todo lo expuesto no sea una hermosa utopía y que se constituyan en algo realmente útil para todos los interesados?

Cuando preparamos un programa de la asignatura debemos tener muy en cuenta que la más importante cualidad de un programa es su utilidad potencial. Así, debe quedar claro que en la confección del programa de la asignatura la dirección de trabajo adecuada no está sólo en cumplimentar la obligación administrativa sino también en utilizar una estructura simple de producir y de evaluar en el sentido de su utilidad. Con ese objeto se considera que los programas deben ser claros, concretos, con máximo grado de inclusividad, en un intento de disminuir las riquezas de los currículos ocultos.

Estructura general de los programas de las asignaturas

A continuación se presenta una estructura general de programa que creemos, para los fines mencionados anteriormente, puede resultar de utilidad; los ítems que la componen pueden o no tener el orden que se detalla a continuación:

1. Objeto de estudio de la ciencia o disciplina.
2. Fundamento epistemológico de las ciencias y de producción del conocimiento al que adhieren los docentes.
3. Objeto de enseñanza de la asignatura.
4. Criterios de selección de modelos y estrategias de didáctica de las ciencias experimentales.

5. Datos propios del curso:
 - a. ubicación de la asignatura dentro del plan curricular, relaciones horizontales y verticales;
 - b. prerrequisitos, asignaturas que los contienen;
 - c. correlatividades;
 - d. objetivos;
 - e. utilidad del curso para el estudiante;
 - f. enunciado de los criterios de selección de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales;
 - g. enunciado general de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales;
 - h. unidades temáticas, descripción escrita y en diagrama de flujo, mostrando detalladamente la secuencia, las interrelaciones entre unidades y los prerrequisitos, bibliografía,
 - i. actividades planificadas:
 - de *enseñanza*: distintas formas, modelos didácticos aplicados a cada una, recursos, medios y tiempos asignados;
 - de *evaluación*: número, forma, carácter, tiempo asignado, etcétera, y
 - j. régimen para la aprobación de la asignatura.
6. Bibliografía.

Comentarios acerca de algunos ítems de la propuesta presentada

1. *Objeto de estudio*. El centro mismo de la química es la reacción química (Castro, 1997), con su dominio extendido a su velocidad, condiciones experimentales para producirlas o inhibirlas, factores termodinámicos asociados, síntesis de sustancias naturales y artificiales, las relaciones cuantitativas, los mecanismos de reacción y el aporte de modelos predictivos. Dado que la química se encuentra asociada a la composición y estructura de la materia así como a las fuerzas que las cohesionan, también se estudian las propiedades físicas de la materia ya que proveen información para las determinaciones estructurales e indican posibles usos de materiales.

2. *Fundamento epistemológico*. Se considera necesario informar en el programa cuál es la imagen de la ciencia y de la producción del conocimiento a la que se adhiere. Aprender “qué sabemos” sin aprender a la vez “cómo hemos llegado a saberlo”, favorece a incrementar el currículo nulo, al eliminar cualquier posibilidad de que los estudiantes aprecien los procesos sociales, cognitivos, epistémicos, que dan a la ciencia su estatus como vía de producción de conocimientos y de impulso de la tecnología y de la sociedad (Lombardi, 1997; Pliego, 1999). Diferentes concepciones de la ciencia, no enunciadas y mezcladas, concientemente o no, producen diferentes actitudes que, cuanto menos, disminuyen la utilidad del programa y la del proceso de enseñanza-aprendizaje propiamente dicho. Creemos necesario que en el programa quede informada la imagen que los docentes

tienen de la ciencia ya que los estudiantes, y toda otra persona interesada, tienen el derecho a conocerla y, por lo tanto, poder estimar más acertadamente el proceso de enseñanza-aprendizaje que se propone desde esa propuesta de programa y la evolución de estas ideas epistemológicas en el tiempo y en las instituciones.

En este sentido, consideramos que, para la química y todas las ciencias experimentales, no es conveniente adherir al “idealismo” ni al irrefutable pero inútil “escepticismo radical” que niega la validez de cualquier tipo de conocimiento. Si nos aferramos a una pretensión absolutista en el sentido de que la ciencia debe establecer la prueba concluyente del conocimiento (Klimosvky, 1997) ninguna hipótesis, conjetura o probabilidad puede ser aceptada. Si adoptamos esta posición estaremos en una corriente radicalmente “relativista”, que enfatiza en el carácter no racional de las ciencias. Más recientemente las concepciones epistemológicas de Laudan han rescatado nuevamente el carácter racional de las ciencias (Colombo, 1997) y sostienen, contrariamente a las epistemologías alternativas de los años sesenta, que el cambio conceptual no significa necesariamente un cambio simultáneo y automático en los campos ontológicos, axiológicos y metodológicos. Si asumimos que la “realidad” que vemos y medimos en nuestras experiencias no constituye la realidad misma y que esas medidas están “teñidas” de una teoría previa, y que los humanos tenemos capacidades limitadas para conocer la realidad y, por lo tanto, de producir conocimientos, consideramos conveniente adherir a una imagen de la ciencia hipotética, incompleta y provisoria, a la que podríamos definir como de “racionalismo moderado”. En este contexto surge la validez del conjunto de estrategias “hipotético-deductiva-empírica-estadísticas”, denominadas método científico, con un carácter hipotético e incompleto de las ciencias experimentales. La necesidad del estado de consenso de la comunidad científica agrega: a) un cierto grado de no racionalidad; b) la posibilidad de crecimiento cuantitativo, gradual y acumulativo, y c) la alternativa del crecimiento cualitativo, de carácter discontinuo que, a posteriori de las crisis, acontecen en los cambios de paradigmas.

Este tema reviste interés por las siguientes razones:

a. La situación internacional respecto de este tema y por qué en general, en nuestras aulas y laboratorios, de esto es poco o nada lo que se habla.

b. Cada modelo de didáctica conocido contiene una imagen de la ciencia. La “no adhesión” no significa ser enemigo de las ideas ni menos aún de las personas; las posiciones adoptadas, al ser enunciadas, se prestan a continuar el debate. Por ejemplo, hasta no hace mucho, los que no aceptaban a pies juntillas la homogeneidad del pensamiento lógico formal en los adultos, al igual que los defensores de las disciplinas, eran mal vistos y las reacciones de las autoridades

“piagetianas” podían variar desde negarles el saludo hasta el rechazo de sus proyectos.

c. El interés reciente de desarrollar la filosofía de la química, especialmente catalizado desde las ciencias biológicas y en un intento de desestimar algunas, a nuestra forma de ver, peligrosas intenciones reduccionistas de las ciencias paradigmas, esto es de la física (Scerri, 1998-99).

3. *Objeto de enseñanza de la asignatura.* En química general es el más diverso de todas las demás asignaturas químicas. Podemos enunciar que los propósitos para la química general son:

a. Introducir los fundamentos teóricos de la ciencia química, resaltando los aspectos históricos y epistemológicos.

b. Constituir la formación básica de las asignaturas posteriores en el plan de estudio.

c. Analizar la importancia de la química en el desarrollo social, industrial y en el de otras ciencias, como así también la problemática del descontrol de sus aplicaciones.

4. *Criterios de selección de modelos y estrategias de didáctica de las ciencias experimentales.* Los modelos de didáctica de las ciencias experimentales tienen la misma importancia que el de las imágenes de las ciencias y la producción del conocimiento. Con el correr de los años pasamos de ser receptores-repetidores de información, a aceptores-repetidores de conductas, a la enseñanza-aprendizaje “por descubrimiento”, con notorias declinaciones de la enseñanza de la disciplina; de allí pasamos a “construir el conocimiento”, con y no a pesar, de las concepciones alternativas de los estudiantes (Furió Más, 1996), intentando el acercamiento al conocimiento científico mediante el modelo del cambio conceptual por el conflicto cognitivo. Hoy en día las actividades de las aulas y los laboratorios de enseñanza desbordan los límites del constructivismo; actualmente las teorías sistémicas, de la complejidad y otras están haciendo aportes significativos (Porlán Ariza, 1998) y producirán nuevos modelos de didáctica de las ciencias. La interpretación de las concepciones epistemológicas de Laudan sirven de importante fundamento para nuevos modelos de aprendizaje de las ciencias, resaltándose al tener en cuenta la insuficiencia del cambio conceptual, los campos actitudinales y metodológicos (De Cudmani, 2000). Las actitudes en la educación pueden considerarse a la vez como causa y efecto; esto es, como determinantes y como objetivos. En cuanto a los contenidos actitudinales, revisando la bibliografía general referida a investigación en didáctica de las ciencias experimentales, queda claro que actualmente hay algunos autores que intentan, con instrumentos validados, detectar y evaluar las actitudes de los alumnos hacia la ciencia. Sin embargo, en la actualidad no parece ser muy grande el énfasis puesto en fijar seriamente contenidos actitudinales en los programas y me-

nos aún está demostrada la importancia de los cambios actitudinales como producto de los procesos.

Resumiendo, creemos conveniente adherir a la hipótesis, de tipo ecléctica, que dice que a partir de los distintos modelos de didáctica de las ciencias no puede esperarse uno definitivo. Los docentes deben conocer los fundamentos epistemológicos y psicológicos de cada modelo de didáctica de las ciencias experimentales y en los programas se deberán enunciar la adhesión a tales o cuales modelos seleccionados de manera tal que resulten los más convenientes para cada actividad. Por lo tanto, más importante que la selección de contenidos conceptuales es la aplicación de una variada gama de modelos didácticos que permitan el logro de diferentes habilidades, especialmente la creatividad para resolver problemas (Brooks, 1993).

5. *Datos propios del curso.* A continuación comentaremos algunos ítems:

a. Conocer la ubicación de la asignatura permitirá establecer si su posición es o no adecuada, el grado de análisis conceptual de cada asignatura, si se cumple con la lógica interasignaturas, si se satisfacen los prerrequisitos, y si en su globalidad indica al estudiante un camino adecuado para el aprendizaje.

d. Los fundamentos de los nuevos modelos de aprendizaje de las ciencias hablan de la insuficiencia del cambio conceptual, ya que este cambio no significa cambios simultáneos en los campos axiológico, ontológico y metodológico. Dicho de otra forma, la insuficiencia del modelo constructivista del cambio conceptual, de las epistemologías alternativas, está dando lugar a plantear acciones intencionales para obtener logros en los campos procedimentales y actitudinales, lo que nos hace estar viviendo un verdadero cambio de paradigma en la enseñanza-aprendizaje. Esto que ha sido reconocido por los mismos creadores del modelo de cambio conceptual habla a las claras de que los objetivos deben formularse en los campos conceptual, procedimental y actitudinal.

f. En cuanto a los contenidos conceptuales no hay consenso en el criterio de selección de los temas. Para química general hay notorias diferencias según la bibliografía y programas consultados; por ejemplo: algunos omiten la mecánica cuántica, espectros atómicos, energía libre, deslocalización electrónica, teoría de orbitales moleculares, ácidos duros y blandos, etcétera, y otros opinan parcial o totalmente diferente. Al respecto, la ACS ha dado una serie de recomendaciones (Garritz, 1998).

En el programa debe quedar claramente expresada la necesidad de algunas teorías; por ejemplo, la teoría cuántica para el concepto de cuantización de energía de los electrones de átomos e iones o moléculas, el estado excitado de los mismos y la escritura de sus configuraciones electrónicas. No

existe un listado único universal de temas; en todo caso el listado no deberá apartarse de las hipótesis, leyes, modelos y aplicaciones que se consideren necesarios para los estudiantes del curso en cuestión. Esto último está más resaltado en los programas de química de las carreras no químicas, en las que la química no es una ciencia central (ingeniería civil, electrónica, electricista, mecánica, agrimensura, licenciatura en física, etcétera) para las cuales el interés y la significatividad queda centrada en el conocimiento de las propiedades físicas de los materiales, sus posibles aplicaciones, deterioro, conservación y como fuentes de energía y de contaminación ambiental.

La siguiente secuencia permitirá conocer si se ha tenido o no en cuenta la lógica de la disciplina. Por ejemplo:

- a) ¿Cómo entender el concepto de electronegatividad antes de conocer qué es un enlace?
- b) ¿No será mejor escribir las fórmulas luego de desentrañar el concepto de "valencia", después del tema enlace?
- c) ¿Cómo pueden escribirse ecuaciones redox por el método del ión electrón, en medio ácido o en medio alcalino, antes de conocer el significado de estos términos?
- d) ¿Cómo saber si ciertas sustancias se disocian o no iónicamente en medios acuosos sin conocer el fenómeno de disociación y las propiedades ácido-base de los cationes y aniones hidratados?
- e) ¿Qué entenderá el estudiante cuando hablamos de electrodepositos, formación de precipitados, burbujes de gases o confinamientos de los mismos en cubas neumáticas, cuando ni tan siquiera les hemos mostrado alguna vez estos espectaculares fenómenos?
- f) ¿Qué entenderá cuando el profesor habla de cinética química usando el cálculo diferencial e integral y el alumno está estudiando, en el curso de matemática, la ecuación de la recta?
- g) Todos los cálculos de la estequiometría se hacen generalmente presentando reacciones irreversibles; esto genera un choque conceptual al llegar al equilibrio químico. Esto es más grave aún en aquellos cursos que tienen dividida las actividades de aula en teoría y práctica y, mientras en la teoría se habla del equilibrio químico, en la práctica de resolución de problemas sólo se habla de reacciones que se completan.
- h) Y lo que es peor aún, qué entenderá por ADN o ARN mensajero y por estructura espacial y cadenas unidas por puente hidrógeno, el estudiante de las carreras de medicina que está cursando histología en primer año, si el curso de química es de segundo año.

En oportunidades las dificultades no solamente vienen de no tener en cuenta la estructura lógica de la

disciplina sino de no tener en cuenta las recomendaciones de la IUPAC, por ejemplo:

- no emplear las expresiones átomo gramo, molécula gramo, ión gramo, etcétera;
- no usar los confusos y anacrónicos conceptos de “equivalente” y “normalidad”, los que no son más que un resabio de los tiempos de desconocimiento o de no aceptación de la teoría atómico-molecular (Furió, 1999);
- se debe usar la magnitud “cantidad de sustancia”, se debe expresar la cantidad de sustancia en la unidad “mol” seguida de la clase de entes a la que se refiere la medida;
- no se debe presentar la masa como una medida de la cantidad de materia, y
- no se deben escribir fórmulas binarias con el elemento más electronegativo a la izquierda.

i. Las autoridades no indican u obligan la realización de determinadas actividades de enseñanza. El conjunto de docentes de cada cátedra, de común acuerdo, establece las actividades y estrategias didácticas a aplicar. Ponemos a consideración solamente las referidas a las prácticas de laboratorio las que, juntamente con las actividades en aula (sin separar en teoría y práctica), constituyen un todo y se retroalimentan mutuamente. Al respecto y desde la posición ecléctica adoptada, para química general se proponen las siguientes modalidades (Pliego, 2000):

- a) *Prácticas guiadas.* Corresponden al logro de conductas preestablecidas (seguridad e higiene en el laboratorio), conocimiento del material y su manipulación y habilidades específicas en determinados procedimientos (punto de fusión, extracción por solvente, confinamiento de gases tóxicos, preparación de soluciones saturadas, etcétera). También atienden a resaltar las rigideces de las normas del método científico (procedimientos desarrollados en condiciones controladas, conocidas y reproducibles). Esta metodología está basada en la psicología conductista y en el modelo de transmisión-recepción. La guía reconoce dos posibles orígenes: un escrito de los docentes (Guía de trabajos prácticos) o el diseño experimental desarrollado por algún grupo de alumnos. En ambos casos las prácticas pueden tener como objetivos:
 - la comprobación de leyes conocidas o ilustrar los contenidos ya desarrollados en el aula, obteniendo resultados conocidos de antemano, y
 - comparar los resultados obtenidos, discutir las diferencias, proponer mejoras al diseño experimental, aumentar el número y calidad de los resultados, atender por tanto al requerimiento inductivo, incrementar la capacidad de trabajo y aprendizaje coo-

perativo, etcétera y afianzar las características del método científico.

- b) *Prácticas con diseños experimentales desarrollados por alumnos.* Estas prácticas no tienen indicación alguna acerca de que tienen o intentan comprobar tal o cual fundamento, ley o principio. Son prácticas basadas en la psicología cognitiva, con un aprendizaje creativo, que se construye mediante métodos inductivos, necesariamente posteriores a las prácticas guiadas. Los resultados de estas prácticas, en porcentaje significativo, pueden usarse como disparador de las actividades en el aula.
- c) *Prácticas para evaluación de concepciones alternativas.* En ellas los resultados obtenidos en las experiencias de laboratorio se contraponen a las ideas previas de los estudiantes, aportando significativamente al conflicto cognitivo y a la temática a desarrollar en las aulas.
- d) *Prácticas de aproximación a la investigación científica.* Preparación de las condiciones de experimentación (manipulación de la naturaleza), realización de la experiencia, planteo de hipótesis, qué encierra el trabajo creativo, propuesta de modelos con la ayuda del pensamiento analógico, aplicación del razonamiento deductivo y obtención de hipótesis con enunciados observacionales los que posteriormente, a la manera de contrastación de las hipótesis, sirven para la realización de nuevas experiencias.

De estas cuatro formas diferentes de desarrollar los trabajos prácticos de las asignaturas, recomendamos usar todas, ya que cada una de ellas tiene diferentes objetivos y aportan, de manera diferente, a la formación de los estudiantes.

- e) *Bibliografía.* De la recopilación y comparación de programas de Química General de Universidades Nacionales, en relación con este ítem, no se destaca la preponderancia de ninguna bibliografía en particular, y llama la atención la disparidad de ediciones del mismo libro informadas en los diferentes programas, existiendo la no especificación en algunos de ellos. También es cierto que encontramos propuestas que van desde libros de 1968 a 1997, evidenciando en algunos casos una falta de actualización de los programas vigentes de la asignatura (Odeti *et al.*, 2000).

Propuesta de un Programa Modelo de Química General

1. Objeto de estudio de la disciplina.

a. Las reacciones químicas (su velocidad, condiciones experimentales para producirlas o inhibirlas, factores termodinámicos asociados, síntesis de sustancias naturales y artificiales, las relaciones cuantitativas, los mecanismos de reacción y el aporte de modelos predictivos).

b. Las propiedades físicas de las sustancias y materiales (a partir del estudio de la estructura de la materia, de las partículas que las componen y de las fuerzas que las cohesionan).

2. *Fundamento epistemológico de la ciencia.* Los docentes de la asignatura Química General no adhieren a las extremas concepciones epistemológicas denominadas “idealismo”, “escepticismo radical” y “relativismo”. Se adopta en cambio una posición “moderadamente racionalista” con una imagen de la ciencia hipotética, incompleta y provisoria. Dentro de este marco el “método científico” constituye un adecuado conjunto de estrategias hipotético-deductivas-empiristas-estadísticas.

3. *Objeto de enseñanza de la asignatura.*

a. Introducir los fundamentos teóricos de la ciencia química, resaltando los aspectos históricos y epistemológicos.

b. Constituir la formación básica de las asignaturas posteriores en el plan de estudio.

c. Analizar la importancia de la química en el desarrollo social, industrial y en el de otras ciencias, como así también la problemática del descontrol de sus aplicaciones.

4. *Criterios de selección de modelos y estrategias didácticas.* A partir de los distintos modelos de didáctica de las ciencias, los docentes emplearán modelos y estrategias didácticas de acuerdo con la utilidad potencial de los mismos respecto de los objetivos de formación de los estudiantes, del logro de desarrollo de habilidades, en especial, la resolución de problemas. (Además en cada institución se fijarán de acuerdo con los recursos humanos disponibles, experiencias piloto realizadas, etcétera.)

5. *Datos propios del curso*

a. Ubicación de la asignatura: primer semestre de la carrera. Relaciones horizontales y verticales: a fijar por cada Institución.

b. Prerrequisitos: conceptos de átomo, molécula, ión, fórmulas químicas, nomenclatura de compuestos inorgánicos, mol, ecuaciones químicas, estequiometría y elementos de física y matemática. Cursos que los contienen: Módulo de Ingreso.

c. Correlatividades: para cursar la asignatura el alumno debe haber aprobado el Módulo de Ingreso (presencial o a distancia).

d. Objetivos:

- Interpretar procesos que impliquen transformaciones químicas, reconociendo variables y analizando la pertinencia de los mismos en los avances bioquímicos y biotecnológicos, valorando el rol de la Ciencia para la conservación y calidad de vida.
- Reconocer procesos físicos y químicos que afectan al medio ambiente y reflexionar críticamente para la toma de decisiones en cuanto al uso racional de

los recursos naturales y al consumo de productos naturales o manufacturados que aseguren un desarrollo sustentable.

- Argumentar, desde la perspectiva del conocimiento científico, y así poder realizar las prácticas experimentales opcionales como pequeñas investigaciones que impliquen el planteo de problemas y la formulación de hipótesis, valorando el aporte propio, el de sus compañeros y el intercambio de ideas en la elaboración del conocimiento.
- Construir modelos científicos reconociendo las limitaciones de los mismos pero valorando las posibilidades que éstos brindan para la construcción de su propio conocimiento.
- Buscar información, para la resolución de problemas, en fuentes disponibles, analizarlas, confrontarlas, elaborar informes de los resultados y comunicarlos en forma oral y/o escrita, valorando claridad, calidad y pertinencia de los mismos.
- Operar con instrumentos sencillos y material de laboratorio utilizando técnicas de trabajo, de registro y organización de datos y un correcto lenguaje químico y matemático para la comunicación de resultados, favoreciendo el desarrollo de su autodisciplina.
- Actuar con mayor autonomía en los aspectos cognitivos e intelectuales y en la toma de decisiones en su vida cotidiana.

e. Utilidad del curso para el estudiante. El curso resultará de gran utilidad a los estudiantes dado que este les permitirá acceder, más que ningún otro curso, a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarios para el aprendizaje de las químicas inorgánica, analítica y orgánica. Permitirá predecir propiedades de elementos, compuestos y materiales, y relacionarlas con aspectos de la vida cotidiana (alimentos, artículos de limpieza, cáusticos, antiácidos, etcétera), y además comprender los mecanismos de contaminación química ambiental y formar opiniones concientes acerca de ello, analizando las potenciales soluciones.

f. Enunciado de los criterios de selección de los contenidos conceptuales. Los contenidos conceptuales de este programa se han seleccionado teniendo en cuenta la lógica interna de la disciplina Química y en función de la carga horaria total asignada. Se han tenido en cuenta tres niveles distintos: macroscópico, microscópico y simbólico. A partir de la observación macroscópica de las propiedades físicas de las sustancias y de los sistemas se presentan las leyes, principios y teorías que las describen y explican desde los no observables.

g. Enunciado general de los contenidos conceptuales. Estructura y estados de agregación de la materia, leyes de la termoquímica, balance de energía y criterio de espontanei-

dad de una reacción química, tabla y propiedades periódicas de los elementos, enlaces químicos, fuerzas secundarias, dispersiones, reacciones químicas en solución, equilibrio químico, cinética.

h. Unidades temáticas. Se transcribe del programa analítico en cada institución:

i. Actividades planificadas:

1) *De enseñanza:*

a) Clases teóricas: a cargo de un profesor, de 3 horas, una vez por semana, de asistencia no obligatoria, modelo recepción-significativo, con mostraciones experimentales para crear conflicto entre las concepciones de los alumnos y las teorías científicas. Estas clases también se emplearán para resolver las discrepancias entre lo observado en las prácticas de laboratorio y las teorías de la disciplina.

b) Coloquios y resolución de problemas numéricos: a cargo de un Jefe de Trabajos Prácticos (JTP), 3 horas, una vez por semana, obligatorias, se dispone de Guía de Estudio, se discuten en forma grupal temas previstos y seleccionados especialmente y se resuelven problemas concretos.

c) Prácticas de laboratorio: a cargo del JTP y presencia de personal docente auxiliar, de 4 horas, una vez por semana.

Se utilizan diversas metodologías:

1. *Prácticas guiadas:* corresponden al logro de conductas preestablecidas (seguridad e higiene en el laboratorio), conocimiento del material y su manipulación y habilidades específicas en determinados procedimientos (punto de fusión, extracción por solvente, confinamiento de gases tóxicos, preparación de soluciones saturadas, etcétera). Se resaltan las rigideces del método científico. Para la realización de estas prácticas se dispone de una Guía, escrita por los docentes (Guía de Trabajos Prácticos) o el diseño experimental desarrollado por algún grupo de alumnos. Sus objetivos son:

(i) la comprobación de leyes conocidas o ilustrar los contenidos ya desarrollados en el aula, obteniendo resultados conocidos de antemano, y

(ii). comparar los resultados obtenidos, discutir las

diferencias, proponer mejoras al diseño experimental, aumentar el número y calidad de los resultados, atender, por tanto, al requerimiento inductivo, incrementar la capacidad de trabajo y aprendizaje cooperativo, etcétera, y afianzar las características del método científico.

2) *Prácticas con diseños experimentales desarrollados por alumnos.* Estas prácticas no tienen indicación alguna acerca de que tienen o intentan comprobar tal o cual fundamento, ley o principio y son necesariamente posteriores a las prácticas guiadas. Los resultados de estas prácticas pueden usarse como disparador de las actividades en el aula (Teóricas y Coloquios).

3) *Prácticas para evaluación de concepciones alternativas.* En las que los resultados obtenidos en las experiencias de laboratorio se contraponen a las ideas previas de los estudiantes.

4) *Prácticas de aproximación a la investigación científica.* Preparación de las condiciones de experimentación (manipulación de la naturaleza), realización de la experiencia, planteamiento de hipótesis, qué encierra el trabajo creativo, propuesta de modelos con la ayuda del pensamiento analógico, aplicación del razonamiento deductivo y obtención de hipótesis con enunciados observacionales los que posteriormente, a la manera de contrastación de las hipótesis, sirven para la realización de nuevas experiencias.

d) Consultas: a cargo de todo el plantel docente a razón de 8 horas semanales y de carácter no obligatorio.

2. *De evaluación:*

a) *continua:* durante las actividades de aula y laboratorio (conocimientos que demuestra conocer por los planteos experimentales que propone, por los resultados que obtiene en los procesos experimentales, planteo y resolución de situaciones problemáticas, etcétera)

b) *parciales:* dos en total, con un recuperatorio, escritos con resolución de X ejercicios y resolución de X preguntas relacionadas con los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, de 3 horas de duración cada uno.

j. Régimen para la aprobación de la asignatura (de acuerdo con el régimen de enseñanza de cada institución). ▀

Bibliografía

- Atkins, P.W. (1992). *Química General*. Omega. Barcelona.
- Brady, J.; Humiston, G. (1998). *Química Básica. Principios y Estructura*. Editorial Limusa. México.
- Brown, T.; LeMay, H.; Bursten, B. (1998). *Química: La ciencia Central*. 7ª ed. Prentice Hall. EUA.
- Burns, R. (1996). *Fundamentos de Química*. 2ª ed. Prentice Hall. EUA.
- Chang, R. (1992). *Química*. 4ª ed. McGraw-Hill. España.
- Maham y Myers. (1990). *Química: Curso universitario*. 4ª ed. Addison Wesley. EUA.
- Petrucci, R.; Harwood, W. (1999). *Química General. Principios y Aplicaciones Modernas*. 7ª ed. Prentice Hall. EUA.
- QuimCom. *Química en la Comunidad*. 2ª ed. 1998. Addison Wesley. EUA.
- Whitten, K.; Gailey, K. 1985. *Química General*. Nueva Editorial Interamericana. México.
- William Daub, G; Seese, W. (1997). *Química*. Prentice Hall. EUA.
- para educación superior. Editorial Trillas. México (1990).
- Furió Más, C.J. Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 7-17 (1996).
- Furió, C.; Azcona, R; Guisasola, J. Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol, *Enseñanza de las Ciencias*, 17 [3], 359- 376 (1999).
- Garriz, A. Química General Universitaria: perdidos en un laberinto sin salida aparente o qué dejar de hacer cuando todo lo pendiente es importante, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, x, 23-30 (1998).
- Klimosvky, G. *Las desventuras del conocimiento científico*. A-Z Editora. Buenos Aires. Argentina. 1997.
- Lombardi, O.I. La pertinencia de la historia en la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos, *Enseñanza de las Ciencias*, 15 [3], 343-349 (1997).
- Odetti, H. et al. Informe del relevamiento y comparación de los programas de Química General e Inorgánica de Bioquímica de la República Argentina. *Aula Universitaria*, III, 105-110 (2000).
- Pliego, O.H. Desde el descubrimiento de la radiactividad hasta la fisión nuclear: enfoque histórico-epistemológico. *Alternativas. Serie Espacio Pedagógico*, IV [17], 119-142 (1999).
- Pliego, O.H.; Juárez, S.M.; Rodríguez C.; Monteserín, G. Propuesta didáctica para Química General, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, XII, 43-47 (2000).
- Porlán Ariza, R. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16[1], 175-185 (1998).
- Scerri, E.R. La filosofía de la química, la sección más reciente de la filosofía de la ciencia, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, XI, 187- 190 (1998-99).