

Nuevas tendencias en la enseñanza de la química

Eduardo Bárzana García y Raúl Garza Velasco

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510. México, D.F. Teléfono y Fax: 56-22-36-90; raugarza@servidor.unam.mx

Resumen. En el contexto de las principales universidades del mundo, la enseñanza de la Química se encuentra actualmente en una evidente etapa de cambio y desarrollo, la cual se caracteriza por la aplicación de nuevas herramientas, tanto al nivel de las aulas y de los laboratorios de docencia, como desde la perspectiva del diseño de los planes de estudio involucrados.

De hecho, el diseño curricular ha venido evolucionando notablemente y ahora es común que los nuevos *curricula* incorporen asignaturas socio-humanísticas, materias netamente experimentales y algunas otras que destinen más tiempo a la investigación o a la práctica profesional, contemplando una mayor flexibilidad que se refleja en la inclusión de numerosas asignaturas optativas con las cuales el estudiante pueda confeccionar la tercera o cuarta parte de su carrera.

Resulta evidente que, en el caso de las licenciaturas en química, cada vez resultan más frecuentes las interfases con otras ciencias y disciplinas, destacando la biotecnología, la nanotecnología, la biología molecular, la genómica, la bioinformática y los nuevos materiales.

Complementario a la estructura de los planes de estudio modernos es necesario ofrecer programas adicionales de asesoría académica, tutorías, movilidad nacional e internacional, educación a distancia y estancias en plantas productivas, laboratorios de servicios o de producción e investigación, lo que promueve en forma efectiva la integración del conocimiento.

Palabras clave: Enseñanza de la química. Planes de estudio modernos. Integración del conocimiento

Introducción

En el contexto de las principales universidades del mundo, la enseñanza de las ciencias —incluida la Química— se encuentra actualmente en una evidente etapa de cambio y desarrollo, a partir de la cual se persigue plantear y aplicar nuevas herramientas y estrategias, tanto al nivel de las aulas y de los laboratorios de docencia, como en el diseño de los planes de estudio involucrados.

En tal sentido, los investigadores de la educación coinciden en señalar que, hoy en día, el paradigma más reconocido para enseñar se denomina “constructivismo”, corriente educativa que privilegia las tareas tendientes a que el estudiante construya estructuras de conocimientos y que, en paralelo, desarrolle valores, actitudes emprendedoras y destrezas de razonamiento científico, experimentales y de resolución de problemas. Esta clase de consideraciones integra una plataforma apropiada para que la enseñanza responda a las nuevas exigencias que enfrenta el químico de cualquier especialidad; basta mencionar que, en el propio campo del ejercicio profesio-

Abstract. The teaching of chemistry, as is currently observed in a global framework that includes most renowned worldwide universities, is clearly immersed in a rapidly evolving and developing phase which features the use and application of new classroom and laboratory techniques, strategies and tools, as well as the novel design of specialized *curricula* and teaching programs.

Indeed, curricular design has been evolving focused more on multidisciplinary actions, and now it is a common feature to find new developed *curricula* that include socio-humanistic and independent experimental courses, as well as those designed to strength research and professional experience. Such *curricula* contain ample flexibility and different options for students to design by themselves, according to preferences, a third or fourth of credits required in their program.

It is now evident, as in the case of undergraduate programs in chemistry, that new trends and interphases are constantly defined with other sciences and disciplines such as: biotechnology, nanotechnology, molecular biology, genomics, bioinformatics, new materials.

Such structure on modern school *curricula* is complemented with additional activities such as academic tutoring, personal guidance, national and international mobility, distance education, as well as stages on industrial plants and service/research/production laboratories, which promote an effective integration of knowledge.

Key words: Teaching of chemistry. Modern curricula. Knowledge integration.

sional, las tareas rutinarias han venido siendo desplazadas por la automatización y que, por ende, las encomiendas para el profesionista le están demandando un mayor nivel intelectual.

Por su parte, el diseño curricular ha venido evolucionando notablemente y ahora es común que los nuevos planes de estudio no sólo incorporen asignaturas socio-humanísticas, materias netamente experimentales y algunas otras que destinen más tiempo y actividades ligadas a la investigación o a la práctica profesional, sino que además presenten una estructura con mayor flexibilidad que incluya un amplio abanico de asignaturas optativas con las cuales el estudiante pueda confeccionar la tercera o cuarta parte de su carrera.

Evidentemente, en el caso de las licenciaturas en química, cada vez resultan más frecuentes las interfases con otras ciencias y disciplinas, lo que hace de la biotecnología, la nanotecnología, la biología molecular, la genómica, la bioinformática y los materiales, por citar algunos ejemplos, temáticas de trabajo educativo con los alumnos de diferentes carreras.

Dichas características de los planes de estudio modernos se complementan con programas adicionales de asesoría técnica, tutorías, movilidad nacional e internacional, educación a distancia y estancias en plantas productivas o laboratorios de servicios, de producción o de investigación, lo que conjuntamente promueve la integración del conocimiento en un contexto regido por la trílogía ciencia-tecnología-sociedad (CTS).

El trabajo docente en el aula

Si bien la tradicional exposición oral de las temáticas por parte del profesor continúa representando una práctica vigente y predominante en las universidades, el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha venido enriqueciendo con métodos audiovisuales de mayores alcances, los cuales incluyen el uso del Internet y de numerosos paquetes de cómputo que apuntalan la función docente.

En este sentido, una cantidad cada vez más notable de instituciones educativas cuenta con aulas interactivas, laboratorios de simulación y salas de videoconferencias, todas ellas herramientas modernas que fortalecen y diversifican las metodologías de la enseñanza, al tiempo que motivan a los estudiantes, en relación con su participación en las clases y su interés por indagar.

Sin embargo, los expertos en didáctica de las ciencias afirman que, para la efectiva adquisición de los conocimientos conceptuales, actitudinales y procedimentales por parte de los estudiantes, también es requisito incluir las estrategias asociadas a la corriente educativa del constructivismo, ya que aquellas crean las condiciones necesarias para el desarrollo de valores fundamentales y actitudes apropiadas e impulsan el cultivo de destrezas de razonamiento científico, experimentales y de resolución de problemas.

Ciertamente, los argumentos del constructivismo podrían aplicar para cualquier etapa del proceso educativo; no obstante, dadas sus características esencialmente básicas, resultan de especial trascendencia en los cursos preuniversitarios y en las asignaturas básicas de las licenciaturas.

En particular, el desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas viene representando el centro de la atención de los expertos en didáctica de las ciencias. Esta temática se considera trascendental y a su alrededor se generan publicaciones y frecuentes reuniones académicas, en las que se subraya lo que el docente en general tiene bastante claro: el laboratorio ya no representa más el espacio en el que se intentaba comprobar lo que se aprendía en las clases de teoría, sino una fuente incomparable para adquirir conocimientos.

En la misma tesitura, la naturaleza de los problemas científicos que se planteaban a los estudiantes en los libros de texto y en las colecciones de problemas ya no es tan aceptada por los investigadores educativos: a esos problemas tradicionales sólo se les concede valor como ejercicios, en virtud de que una buena parte de los alumnos no los entiende y se concreta a buscar fórmulas en las cuales pueda sustituir los valores asociados a los datos del enunciado. Los investigadores educativos se inclinan por plantear al alumno situaciones más abiertas, no siempre cuantitativas, que despierten la inquietud por investigar o indagar.

En contra del denominado “método científico” (que supone que las leyes y principios ya existen y sólo es necesario “observar la naturaleza” para descubrirlos), los expertos consideran que el conocimiento científico procede de la mente de los científicos, quienes elaboran modelos y teorías para intentar darle sentido a la realidad.

De hecho, de acuerdo con la corriente del constructivismo, la ciencia equivale a un saber histórico pero provisional, lo que obliga a que, para la enseñanza, el estudiante participe en la elaboración del conocimiento, “con todas sus dudas e incertidumbres”; es decir, que aborde el aprendizaje como un proceso constructivo, de búsqueda de significados e interpretaciones.

Hoy se acepta que aprender ciencia corresponde a una tarea de comparar y diferenciar modelos, no de adquirir saberes absolutos; de hecho, es preciso adaptarse a la idea de que la ciencia es un proceso y no un cúmulo de teorías o modelos.

Planes de estudio modernos

Para quienes revisan los mapas curriculares asociados a los planes de estudio modificados recientemente, salta a la vista la inclusión de nuevos componentes cuya presencia obedece a la corrección de errores u omisiones en los que se incurría anteriormente.

Asignaturas de corte socio-humanístico. Los planes de estudio modernos contienen invariablemente una mediana dotación de este tipo de asignaturas, la cual se cataloga como indispensable para lograr la formación integral de los estudiantes; de hecho, es en esos cursos donde se logra plantear y discutir con mayor énfasis los aspectos relacionados con ciencia — tecnología — sociedad — medio ambiente, por citar un ejemplo.

Dicho de otro modo, en los tiempos actuales resultaría inconcebible que la educación científica continuara desligada de la vida cotidiana y que ésta no se reconociera como una inagotable fuente de ejemplos para que los estudiantes adquieran conocimientos.

Sin lugar a dudas, la lectura, la escritura, la capacidad para expresarse oralmente y la de debatir y confrontar ideas, representan habilidades obligatorias que pueden desarrollarse con más eficacia cuando se atiende el sentido social y ambiental de los fenómenos físicos, químicos y biológicos.

En efecto, inicialmente los estudiantes adscritos a carreras científicas suelen mostrar resistencia a abordar temáticas socio-humanísticas, pero una buena parte de ellos modifica gradualmente su postura al percatarse de que sus avances también están abarcando otros campos de importancia para cualquier futuro profesional.

En el contexto de las materias de corte socio-humanístico, una buena cantidad pertenece a las clasificadas como “CTS” (por ciencia-tecnología-sociedad); en ellas se profundizan las implicaciones sociales y éticas de la ciencia y del trabajo científico, aunque sus estilos aún resultan muy diversos y heterogéneos —dependiendo notablemente de quienes elaboran los contenidos programáticos— y atienden temas de actualidad con enfoques históricos, lógicos, tecnológicos y hasta tradicionalistas.

Lógicamente, se debe tomar en cuenta que las resistencias al cambio también incluyen a una parte del profesorado,

ya que los estudios de licenciatura realizados por numerosos docentes vigentes no incluían este tipo de asignaturas; consecuentemente, no es raro escuchar en algunos docentes que “el nuevo plan de estudios no es tan fuerte como el anterior, debido a que se han incorporado materias socio-humanísticas en sustitución de algunas de corte científico”.

Evidentemente, las controversias también reflejan la inseguridad de algunos profesores en temas que antes no abordaban y que ahora les son planteados por sus estudiantes; además, persiste en un cierto grupo la creencia de que estas asignaturas sólo benefician a los estudiantes que perdieron o están perdiendo el interés por los conocimientos científicos.

Ciertamente, el denominado movimiento CTS nació para dar respuesta al problema de falta de motivación del alumnado, e inclusive, inicialmente no consideraba las aportaciones que se emitían desde las teorías constructivistas. Sin embargo, hoy en día se trabaja arduamente en la integración de los dos puntos de vista y ya aparecen propuestas interesantes, con abundante bibliografía y relevantes temáticas que estimulan la sana discusión entre y con los estudiantes.

Materias netamente experimentales. Esta clase de asignaturas son particularmente útiles para el aprendizaje, ya que las actividades involucradas constituyen un motivante desafío para estudiantes y profesor; este último es el encargado de crear las condiciones para que los primeros investiguen y/o resuelvan problemas específicos en el contexto de un laboratorio que presenta límites en cuanto a equipos, materiales y sustancias.

Las indagaciones, el establecimiento de hipótesis y la realización de los experimentos generan conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, por lo cual ahora es inaceptable la idea de que los profesores de enseñanza práctico-experimental son “ayudantes” de quienes imparten la cátedra o la enseñanza teórica de la asignatura. La responsabilidad del docente que se desempeña en el laboratorio es igual de importante, no sólo en cuanto a la relevancia de las clases, sino desde el punto de vista de la evaluación y del aprovechamiento del tiempo, desde el inicio hasta la finalización del ciclo escolar.

El trabajo experimental en el laboratorio resulta fundamental para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya sea que esté basado en la resolución de problemas (a través de la entrega de “muestras problema” a los estudiantes, quienes deben analizar e investigar lo conducente para establecer sus respectivos contenidos), o bien, en el desarrollo de proyectos diseñados por los alumnos, quienes deben lograr resultados significativos que puedan confrontarse con las hipótesis planteadas inicialmente.

Flexibilidad curricular. Otro de los factores que deben cuidarse durante el rediseño de un plan de estudios consiste en la flexibilidad que logre alcanzarse, entendida ésta como la factibilidad de que los estudiantes puedan cursar suficientes asignaturas terminales y de pre-especialización que verdaderamente les resulten atractivas.

La visión que antes predominaba al respecto difería radicalmente de la actual; de hecho, la cantidad de asignaturas

optativas a ser cursadas por el alumno fluctuaba entre 1 y 5, e inclusive, formaban parte de “paquetes optativos” en donde la inscripción a la primera materia obligaba a cursar las restantes del “paquete”.

Hoy en día, se busca que el mapa curricular esté constituido por las asignaturas clasificadas como básicas o iniciales (Matemáticas, Física, Físicoquímica, etc.), las indispensables para la profesión (Químicas Inorgánicas, Orgánicas y Analíticas, etc.) y algunas terminales consideradas “clave” (Química Experimental, Trabajo de Investigación, etc.), dejando una amplia cantidad de créditos restantes para que el estudiante elija suficientes materias optativas.

Esta nueva óptica no sólo ha enriquecido a los planes de estudio modificados recientemente, sino que también ha permitido proponer nuevos conceptos para la educación, los cuales están en las últimas etapas de planeación o empezando a entrar en operaciones.

En la UNAM, se estudia intensamente la eventual implantación del denominado “Modelo 3-2-3”, en el que se contemplan 3 años para licenciatura (durante los cuales se adquirirían los conocimientos fundamentales), 2 años de maestría (en los que parte de los créditos también otorgarían el título de licenciatura) y 3 más para el doctorado, articulando adecuadamente los 3 ciclos de formación.

La estructuración integral de los planes de estudio, desde la licenciatura hasta el doctorado, garantizaría un alto nivel académico y permitiría la formación de doctores jóvenes que se incorporarían a la investigación o a actividades profesionales en industrias, hospitales, laboratorios, etc.

Para las asignaturas terminales y de pre-especialización de interés compartido, independientemente de la rama de la Química a la que pertenece cada carrera, en la actualidad existen diversas disciplinas que requieren ser conocidas por los alumnos, a fin de no quedarse a la zaga de los nuevos avances y de las nuevas oportunidades para desarrollarse científica y profesionalmente.

En tal sentido, la biotecnología no puede situarse únicamente en la carrera de Química de Alimentos, porque además de los alimentos transgénicos existen vacunas y medicamentos ligados a esa disciplina, en cuya producción son elementales los procesos básicos de la ingeniería.

Casos similares son los de la nanotecnología, la biología molecular, la genómica y los materiales, cuya ausencia en los currícula de algunas carreras limitaría la motivación, el crecimiento de los estudiantes en formación y el desarrollo profesional, en áreas que hoy en día resultan prioritarias para el bienestar de la población.

Principales características de los nuevos planes de estudio de la Facultad de Química

Después de un extenso trabajo de análisis y de generación de proposiciones diversas que inició en 1994 por parte de la comunidad de la Facultad de Química, las propuestas de modificación de los planes de estudio de las cinco licenciaturas que

se ofrecen fueron aprobadas oportunamente por las instancias apropiadas: el H. Consejo Técnico y los Consejos Académicos de las Áreas de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, y de las Ciencias Biológicas y de la Salud, lo que nos permitió su implantación a partir de agosto de 2005.

En general, las modificaciones sustanciales se resumen en los siguientes párrafos:

- i. El diseño de un sólido tronco común, con asignaturas básicas compartidas por las 5 carreras.
- ii. La programación de asignaturas socio-humanísticas en los 5 curricula.
- iii. La programación de algunas materias netamente experimentales.
- iv. La inclusión de suficientes asignaturas optativas de corte científico.
- v. La programación de una asignatura terminal que fomenta la integración de conocimientos al final de la carrera.

Por lo que respecta al tronco común, éste tiene dos objetivos principales: aportar los conocimientos básicos asociados a la plataforma de cualquier licenciatura relacionada con la química; y proporcionar a los estudiantes de las cinco carreras una identidad común. Consta de 16 asignaturas y 129 créditos (aproximadamente un tercio de las asignaturas y los créditos) y contempla actividades durante los primeros cuatro semestres —aunque no de manera exclusiva.

El desarrollo profesional en las distintas carreras se construye sobre la base común de los fundamentos de la química, incluidas las áreas de matemáticas, física, química, fisicoquímica y socio-humanística.

Adicionalmente, el conjunto de asignaturas básicas comunes crea un espacio para el trabajo colegiado de los departamentos académicos e impulsa los mecanismos de comunicación intra e inter-departamentales que conducen a una mejor asimilación de los conceptos en los contenidos curriculares y a la optimización en el uso de los recursos físicos y humanos, incluyendo el desarrollo de mejores paquetes de horarios.

En cuanto a la inclusión de asignaturas socio-humanísticas, ello tiene como objetivo fomentar la formación integral de los estudiantes y responder a las necesidades actuales de formación amplia, con visión humanística y compromiso social. La oferta de estas asignaturas aprovecha las fortalezas del entorno universitario, de tal manera que se alentará a los estudiantes a que cursen materias de los planes de estudio de otras escuelas y facultades ubicadas en Ciudad Universitaria. Paralelamente, se programan cursos de alto nivel en estas mismas áreas, en las propias instalaciones de la Facultad.

Por su parte, las modificaciones a las actividades experimentales responden al papel central del laboratorio en la formación de los profesionales de la química. Las actividades experimentales fomentan la adquisición de una buena parte de los conocimientos y las habilidades que distinguen a los

miembros de nuestra comunidad. Las asignaturas puramente experimentales tienen tres objetivos: a) aumentar el número efectivo de horas de actividades experimentales; al estar desligada administrativamente de la teoría, la actividad experimental puede realizarse ininterrumpidamente durante todo el semestre; b) contribuir a que la actividad experimental sea percibida en toda su importancia y no como un apéndice de la actividad teórica; y c) fomentar que las actividades experimentales tengan programas y objetivos académicos propios y, así mismo, respondan a criterios propios de evaluación y seguimiento.

La oferta de asignaturas optativas disciplinarias en este plan de estudios es notablemente más amplia ya que, frente a la multiplicación de las áreas de la química y su avance permanente, resulta indispensable ofrecer una estructura curricular adaptable. Los actuales planes de estudios contemplan que los estudiantes elijan las asignaturas que les permitirán cubrir una fracción importante de los créditos en las áreas de su interés.

Al mismo tiempo, la oferta de las asignaturas optativas disciplinarias se hará de forma dinámica, permitiéndose la inserción de nuevas asignaturas optativas de acuerdo con la aparición de nuevas áreas de emergencia, con los intereses, con las fortalezas de los departamentos académicos y con las necesidades de los estudiantes. La oferta inicial de asignaturas optativas es de aproximadamente veinte por carrera.

En general, inciden tres tipos de posibilidades curriculares para que el estudiante diseñe una parte importante de su formación: las asignaturas optativas científicas, las materias socio-humanísticas optativas y la estancia profesional. De esta manera, las actividades académicas optativas rebasan a la cuarta parte del total de las carreras.

Por su parte, la estancia profesional se cursa en el último semestre y tiene un doble objetivo: representa el espacio donde el alumno puede iniciar su carrera profesional, enfocándose en el área de su interés, y representa una actividad académica de integración que fomenta la realización del trabajo de tesis. Se pretende que esta asignatura apoye la titulación en nuestras carreras, lo cual es muy viable, de acuerdo con diversos programas piloto llevados a cabo en la Facultad, los cuales han permitido establecer los mecanismos para su adecuado funcionamiento: inscripción, organización, supervisión y evaluación.

Por último, cabe agregar que el apoyo a los alumnos de primer ingreso resultó particularmente exitoso: su pronta adaptación y su conocimiento de la Facultad se resolvió incorporando un programa de tutorías en el que el total de estudiantes contó con su tutor (cada profesor-tutor atendió a un promedio de 6 alumnos); se programaron asesorías técnicas en las cuatro asignaturas de corte científico durante 4 horas diarias; se abrieron en sábado grupos de talleres de matemáticas básicas (optativos no curriculares); y al finalizar el semestre escolar se programaron cursos intensivos preparatorios de 40 h para examen extraordinario de las asignaturas de primer semestre (los interesados sólo podían registrarse a uno).

Comentarios finales

La implantación de nuevos planes de estudio representan una oportunidad única para incorporar actividades significativas a la función docente, incluidos los talleres de implantación de cada asignatura, en los que participan activamente el líder académico y los profesores que la impartirán. Ello incrementa la vida colegiada al interior de los departamentos académicos y sus productos adicionales pueden ir desde el intercambio de estrategias didácticas hasta la elaboración, aplicación, calibración y análisis de los exámenes departamentales.

Cabe subrayar que las nuevas características que presentan los planes de estudios modernos, resultan congruentes con los requisitos establecidos para poder acceder a la acreditación de las carreras por parte de los consejos apropiados, autorizados por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES).