

# Los programas curriculares de química en latinoamérica

Carmen M. Romero

## Abstract (*Curricular Programs in Chemistry at Latin America*)

Chemistry is a fundamental scientific discipline and in consequence, it includes a large amount of knowledge that is characterized by its universal recognition and validity. In this work, we present a general view of chemical education at the undergraduate level in Latin American and suggest the necessity of academic collaboration and the development of approaches to reflect about teaching, learning, assessment and performance and to give answers jointly to some basic questions. Results show worrisome aspects. While the world is looking for enabling comparison, flexibility and compatibility of their programs seeking to assess high quality standards, in Latin America the problem has not been carefully considered. It is clear that in each country, institutions try to consolidate their own objectives through their programs, but they do not always adapt to the real needs of a changing world and the general trends in education.

## Introducción

Las características y la calidad de cada programa curricular dependen de muchos factores. En la definición de los objetivos del programa, en la selección y organización de los contenidos y en el establecimiento de la estructura de los procesos conducentes a la formación del futuro profesional se contemplan aspectos tales como los contenidos fundamentales, nuevos conocimientos, tecnologías de avanzada, los resultados y avances en la investigación acerca de la enseñanza de las ciencias y los perfiles académicos y profesionales, así como diferentes requerimientos sociales (Garritz, 1997; Lagowski, 1998). Adicionalmente, el programa refleja los objetivos educacionales de la institución particular, así como los recursos disponibles para su desarrollo, los referentes adoptados por la institución y las características de los distintos niveles de formación en pregrado y posgra-

do ofrecidos por la institución y el país. Pero además, un programa curricular es el resultado de los criterios de quienes lo elaboran y en consecuencia de sus posiciones frente a la racionalidad, necesidad y utilidad del programa mismo (Chamizo, 2001).

Cualquier programa debe incluir aspectos formativos esenciales que permitan desarrollar de manera integral a cada uno de los estudiantes y ello implica establecer la estructura del programa; es decir, si éste se desarrolla por ciclos y en ese caso definir su naturaleza y características. Pero además, en la definición misma del programa se deben establecer claramente de acuerdo con la institución, los referentes con los que el programa se va a desarrollar y con base en los cuales será evaluado. Algunos de ellos son universalidad, calidad, pertinencia, formación integral, flexibilidad, participación, autonomía, diversidad y transparencia.

Por otra parte, en la actualidad, la definición o reforma de un programa curricular no se puede adelantar sin analizar los distintos niveles de formación que se ofrecen. La formación académica ya no culmina en pregrado y el establecimiento de otros niveles de formación obliga a revisar los objetivos de formación de los programas de pregrado, buscando una clara articulación entre los distintos niveles de formación de pregrado, maestría y doctorado.

La estructura del programa debe establecer los ciclos o etapas de formación del programa. En la mayoría de ellos se identifican dos etapas: un ciclo básico y un ciclo específico, que contemplan los contenidos fundamentales (Moore, 2000), los contenidos específicos y las opciones flexibles en las que cada institución desarrolla con mayor énfasis las áreas de mayor interés o aquellas en las cuales sus fortalezas son mayores, así como los procesos necesarios para desarrollar y para evaluar las habilidades, competencias y valores que requiere el profesional químico (Johnstone, 2000).

En este contexto, el proyecto Tuning (*Tuning Educational Structures in Europe*, 2003), así como sus antecesores (European Community Action Programme in the Field of Education 2000-2006) han planteado dos etapas para el nivel de pregrado y han identificado tres características principales dentro

---

Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá, Bogotá, Colombia.  
Correo electrónico: cmromeroi@unal.edu.co

del ámbito de educación europea y que son: lo común, lo diverso y lo dinámico. Lo común hace referencia a los contenidos del ciclo básico e incluye las asignaturas que cubren las bases del programa y aquellas asignaturas que ayudan a comprender los temas básicos los conocimientos que todo estudiante debe dominar como las matemáticas y la física, y las competencias generales y específicas que debe adquirir antes de iniciar los estudios especializados.

Con respecto al ciclo específico la situación es diferente. Allí se contemplan estudios especializados que hacen distinto y especial el programa de cada universidad y por tanto deben enseñarse donde están las fortalezas específicas de una institución y deben satisfacer necesidades, intereses y aspiraciones diferentes, así como las demandas crecientes de la sociedad y de una mayor flexibilidad en la organización del aprendizaje. Generalmente incluye asignaturas especializadas que presentan avances disciplinares, opciones interdisciplinarias incluyendo estudios multidisciplinarios y se espera que en esta etapa se desarrollen competencias específicas disciplinares.

Además, uno de los aspectos en los que se ha avanzado es en la definición no sólo del perfil profesional, sino de las habilidades y competencias que debe alcanzar el futuro profesional (Pinilla, 2002). Aunque son muchos los significados de la palabra competencia, puede entenderse como la capacidad para adquirir y transformar conocimientos aplicándolo a situaciones y contextos nuevos, integrando habilidades y conocimientos. Se distinguen las competencias generales y las competencias específicas.

Las competencias generales se refieren a aspectos como la capacidad para aplicar conocimientos, comunicación oral y escrita, planeación y manejo del tiempo, capacidad de análisis y síntesis, capacidad de autoaprender, manejo de información, resolución de problemas y adaptación a situaciones nuevas, capacidad de tomar decisiones autónomas ajustadas a patrones de ética y capacidad de trabajar en equipo.

Las competencias específicas son las requeridas para el manejo de situaciones especializadas. Hacen referencia a la capacidad para aplicar conocimientos específicos, capacidad para desempeñarse adecuadamente en laboratorio, para evaluar, manejar e interpretar resultados, capacidad para manejar adecuadamente reactivos y residuos con la seguridad y condiciones de manejo ambiental pertinentes. Incluyen, además, pensamiento y actitud críticos, razona-

miento hipotético-deductivo, procesamiento de información, gestión de proyectos, y manejo de un segundo idioma.

Finalmente, es importante señalar que para hacer comparables y compatibles los programas, la mayoría de los países han adoptado paulatinamente el sistema de créditos como unidad para medir el trabajo académico del estudiante en cada una de las asignaturas del programa y que incluye el tiempo requerido para el trabajo con acompañamiento directo por parte del docente, así como el tiempo requerido para el trabajo independiente que debe realizar el estudiante. Éste es un punto fundamental para la organización racional del plan de estudios y para facilitar la movilidad de estudiantes (Tuning, 2003).

### Los programas de Química en Latinoamérica

Al analizar la situación en Latinoamérica surgen varias preguntas: ¿cuáles son esos contenidos fundamentales, o bien cuáles son las asignaturas de núcleo común que cubren las bases de un programa de estudio profesional? Si se miran los programas de las distintas instituciones que ofrecen la carrera de Química se encuentran diferencias muy notorias: ¿Qué es lo esencial que debería figurar en cada uno de estos programas, si todos ellos dentro de sus objetivos buscan formar químicos capaces de desempeñarse en las distintas áreas de la actividad profesional y de continuar su formación a nivel de posgrado? ¿Será que todas esas asignaturas que se ven como obligatorias en los distintos programas de Química, realmente están contribuyendo de manera fundamental a la formación de todos los químicos que estudian en ellos? ¿Cuáles son las competencias generales y específicas que se busca desarrollar en los estudiantes y cómo evaluarlas? ¿Cómo apoyar la movilidad de estudiantes si no tenemos un núcleo común y en muchos casos no hay diferencia entre lo que debería ser el núcleo básico y el de profundización o especialización? ¿Cómo están relacionados los programas de pregrado y posgrado en el área de la Química?

Un resumen de la situación general de la situación de algunas universidades reconocidas obtenida a partir de la información disponible en las correspondientes páginas web se presenta a continuación:

En la tabla 1 se muestra como ejemplo, los programas de pregrado y posgrado que se ofrecen en dos universidades de Latinoamérica, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Nacional de Colombia, y los que se ofrecen en

**Tabla 1.** Programas de pregrado y posgrado que se ofrecen en algunas universidades de Latinoamérica, Estados Unidos y Europa.

Europa 3 ciclos. Modelo 3/5/8	Estados Unidos
Bs. Sc. o Eurobachelor (180 créditos mínimo) M.Sc.: 2 años Ph.D.: 3 años	Bs.Sc. o Bs.A.: 4 años M.Sc.: 1-2 años Ph.D.: 3-4 años
Colombia	México
Carrera de Química: 5 años Especialización: 1-1 años Maestría: 2 años Doctorado: 4 años	Licenciatura en Química: 4 años Maestría: 2 años Doctorado: 4 años

universidades de Estados Unidos y Europa. Las dos universidades latinoamericanas reflejan la situación de las universidades consolidadas que por su experiencia y avances en investigación, llevan va-

rios años ofreciendo el doctorado que representa el más alto nivel de la formación avanzada.

Las tablas 2 y 3 presentan la duración, los títulos, el número de créditos y la elaboración o no de un trabajo final en algunas universidades latinoamericanas (tabla 2) y en algunas instituciones europeas, canadienses, estadounidenses y australianas (tabla 3).

Lo primero que se observa es que los tiempos, título y número de créditos e intensidades promedio difieren entre países y aun en el mismo país. Aunque los objetivos de formación son similares en las distintas instituciones, la duración nominal del programa de Química oscila entre tres y seis años. Los títulos son diferentes entre países pero incluso son diferentes en un mismo país. En Latinoamérica son comunes los títulos de Licenciado en Química, Licenciado en Ciencias Químicas, Químico, Bachiller

**Tabla 2.** Algunas universidades latinoamericanas que ofrecen títulos conducentes al desempeño profesional en Química y a la realización de posgrados.

Institución	Duración	Modalidad	Título	Creditos	Trabajo final
UNAM	9 semestres	Semestral	Licenciado en Química	402	Sí
Instituto Tecnológico de Monterrey	9 semestres	Semestral	Licenciado en Ciencias Químicas		No
U. de Buenos Aires	6 años	Cuatrimestre	Licenciado en Ciencias Químicas		No
	5.5 años	Cuatrimestres	Profesor de enseñanza media y superior en Química		
U. Nacional de la Plata	7 cuatrimestres	Cuatrimestres	Químico		Sí
	10 cuatrimestres	Cuatrimestres	Licenciado en Química		
U. Andes (Venezuela)	10 semestres	Semestral	Licenciado en Química	175	Sí
U. Nacional de Colombia	10 semestres	Semestral	Químico	166	Sí
Pontificia U. Católica de Chile	8 semestres	Semestral	Licenciado en Química	395	Sí
	10 semestres	Semestral	Químico	453	No
	10 semestres	Semestral	Químico con mención en: – Química industrial	501	No
	10 semestres	Semestral	Químico con mención en: – Química Ambiental y Analítica	503	No
U. de Puerto Rico	4 años	Anual	Bachiller en Ciencias con especialización en Química	130 + 16 créditos para certificación ACS	No
U. del Valle de Guatemala	5 años	Semestral	Química	179	Sí
U. Federal do Minas Gerais	4 años	Semestral	Licenciado em Química	180	Sí
	4 años	Semestral	Bachiller en Química (Bacharelado)		
U. Federal do Rio de Janeiro	5 años	Semestral	Químico	196	Sí

**Tabla 3.** Algunas universidades no latinoamericanas que ofrecen títulos conducentes al desempeño profesional en Química y a la realización de Posgrados.\*

Institución	Duración	Modalidad	Título	Créditos	Trabajo Final
U. Autónoma de Madrid	4 años mínimo 1 <sup>er</sup> y 2 <sup>do</sup> ciclo	Semestre	Licenciado en Química	300	No
U. Complutense	5 años	Cuatrimestre	Licenciado en Química	317	No
U. Bordeaux I	6 semestres	Semestre	Licences en Sciences et Technologies	180	No
Columbia College USA	8 semestres	Semestre	B.A. Bachelor of Arts Major Chemistry	124	No
Sheffield	3 años 4 años	Años	B.Sc. Master M.Sc. (acreditado por Royal Society of Chem.)	360 480	No Sí
Australian National University	3 años	Años	B.Sc	144	No

\* La propuesta presentada en el Bologna Process Seminar "Chemistry studies in the European Higher Education Area" para el Eurobachelor en Química, se ha diseñado para un grado de 180 créditos ECTS. Se acepta, sin embargo, que las instituciones puedan otorgar un título de 240 créditos ECTS. El título puede dar cobertura a titulaciones con una fuerte componente química como bioquímica, química biológica o biología química.

en Ciencias con especialización en Química y Bachiller en Química y sólo en algunos casos hay reconocimiento de títulos entre países a través de convenios particulares. En muchos casos no se realiza un trabajo final. Cuando se realiza, hay diversas modalidades como tesis, monografía de finalización, pasantías, trabajo final y en algunas instituciones se aceptan cursos de posgrado.

Aunque en la mayoría de los países se adoptó el sistema de créditos y en muchos de ellos la definición está relacionada con la forma de medir el trabajo académico del estudiante y el tiempo semanal de trabajo que debe dedicar el estudiante a cada asignatura, la comparación permite observar que el significado de la palabra es diferente y no es comparable. Por otra parte, al comparar el número de asignaturas y el número de horas presenciales del primer semestre de Química en la Universidad Nacional Autónoma de México y en la Universidad Nacional de Colombia queda claro que la intensidad medida en horas/semana que el estudiante debe dedicar a actividades presenciales del programa es completamente diferente. En la tabla 4 se presenta una comparación entre las actividades realizadas en dos semestres del programa de Química en la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Nacional de Colombia. La situación es similar para los distintos programas de Química.

Al analizar los programas considerados en las tablas 2 y 3 se observan diferencias de las cuales las más relevantes son las siguientes:

**Tabla 4.** Actividades realizadas en dos semestres típicos del programa de Química en la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Nacional de Colombia.

Licenciatura en Química UNAM	Química UNAL
<b>Primer semestre</b>	
• Cálculo de función de una variable. 3h/sem.	• Contexto I. 4 h/sem.
• Álgebra. T. 3h/sem.	• Matemáticas Básicas. 4 h/sem.
• Cinemática y dinámica 3h/sem. T y 2h/sem. P.	• Matemáticas I. 5 h/sem.
• Química general. 5h/sem.	• Química Fundamental I. 11 h/sem.
	• Química Teórica I. 3 h/sem.
<b>TOTAL 16 h/sem.</b>	<b>TOTAL 27 h/sem.</b>
<b>Quinto semestre</b>	
• Equilibrio fisicoquímico	• Física III 4 h/sem.
• Química analítica instrumental I	• Fisicoquímica III 4h/sem.
• Química inorgánica covalente	• Laboratorio de Química Orgánica I 5h/sem.
• Compuestos con carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre	• Lab. Química Inorgánica 3h/sem.
	• Química Analítica II 7 h/sem.
	• Química Inorgánica III 3h/sem.
	• Química Orgánica II 4h/sem.
	<b>TOTAL 30 h/sem.</b>

**Tabla 5.** Temas y cursos en el área de Físicoquímica.

ACS 2 cursos en un año y 1 o 2 cursos de laboratorio. Se dicta en el 3 <sup>er</sup> año	UNAM 6 asignaturas	UNAL 6 asignaturas TP* y parte de los dos cursos de Química Fundamental	EUROBACHELOR 2 cursos
Termodinámica y equilibrio	Estructura de la materia	Química fundamental TP (Primera y segunda Ley)	Estados de la materia
Teoría cinética de los gases	Termodinámica TP	Físicoquímica 1 TP	Equilibrio de fases
Cinética química	Propiedades físicoquímicas TP	Físicoquímica 2 TP	Termodinámica química
Mecánica cuántica	Equilibrio Físicoquímico TP	Físicoquímica 3 TP	Equilibrio químico
Espectroscopía	Equilibrio en interfases y cinética física	Química teórica 1 TP	Cinética química
Termodinámica estadística	Unión química y fundamentos espectroscópicos	Química teórica 2 TP	Catálisis
Aplicaciones interdisciplinarias		Química teórica 3 TP	Electroquímica
			Estructura atómica
			Estructura molecular
			Espectroscopía

\*TP: Teórico-práctico.

- Programas con asignaturas generales diseñadas específicamente para el programa y programas con asignaturas generales que se comparten con otras carreras como Química General.
- Diferencias en jerarquización y ordenación de las asignaturas.
- Diferencias en el caso de algunas asignaturas que incluyen: segundo idioma para quienes toman el Eurobachelor. En Matemáticas, Álgebra y Estadística no aparecen en todos los programas. Química Ambiental es obligatoria en las universidades certificadas por ACS, en algunas otras aparece como electiva. Áreas como Química de Materiales y Bioquímica no siempre hacen parte del núcleo común. Humanidades y cursos de contexto no siempre se ofrecen.
- Diferencias metodológicas en los cursos teóricos que van desde el ofrecimiento de cursos teóricos formales, enseñanza de los temas en un contexto específico hasta desarrollo de cursos basados en el estudio de casos.
- Diferencias en tiempo presencial del estudiante.
- Diferencias importantes en enseñanza práctica:
  - Concepción: se plantea para adquisición de habilidades y en otros casos se realiza para adquirir conocimientos nuevos.
  - Metodología: puede ser práctica o teórico-práctica.
  - Presentación de los temas: en algunos casos se observa manejo integrado teórico-práctico

co mientras que en otro la enseñanza práctica se desarrolla independiente de la teoría.

Si los contenidos de las asignaturas se analizan en detalle, también se observan diferencias importantes. Como ejemplo se puede tomar una de las áreas fundamentales de la Química como es la Físicoquímica (Gagan, 1998; ACS, 2003).

Al analizar los contenidos de los cursos del núcleo básico relacionados con el área de Físicoquímica se observa que en general hay consenso en la mayoría de los temas tratados, así como en algunos de los requisitos relacionados con las asignaturas de Física y Matemáticas. Aun así, se observan diferencias importantes en los siguientes aspectos:

- En algunos temas tratados como son espectroscopía, termodinámica estadística, procesos irreversibles y el tratamiento de la Química Cuántica o Química Teórica.
- En el inicio del aprendizaje de la Físicoquímica, el cual puede darse en el primer semestre, cuarto cuatrimestre, tercer semestre o tercer año.
- En la intensidad horaria de los cursos programados.

También se observan grandes diferencias en las opciones flexibles, como se aprecia en la tabla 6.

Las opciones flexibles, en general, no son muy amplias. Se observa lo siguiente:

- En algunos casos las opciones flexibles están relacionadas con líneas de investigación.

- En la mayoría de universidades, las opciones flexibles son de tipo disciplinar y no se consideran cursos de contexto o electivas no disciplinares ni se ofrecen cursos interdisciplinarios.
- Las diferencias en la estructura curricular no permiten la movilidad de estudiantes.

La situación es más compleja cuando se analiza el tema de habilidades y competencias. Aunque en todos los programas se define el perfil del egresado, al comparar los diversos programas se aprecia que estos aspectos sólo se establecen claramente en programa de Eurobachelor y en las guías de ACS. Se habla allí de habilidades cognitivas, prácticas y generales, así como de competencias propositivas, argumentativas e interpretativas, se definen de manera precisa y tal vez lo más importante, se establece la manera de evaluarlas.

Algo similar sucede cuando se analizan los procesos pedagógicos implementados en distintas instituciones. Al respecto, hay temas que no aparecen claramente establecidos como son:

- Papel de las tutorías o consejerías: profesores, supervisores y facilitadores.
- Procesos de evaluación.
- Instrumentos de clasificación, discriminación y validación.
- Dirección de la evaluación. No hay consenso en la evaluación de conocimientos y mucho menos en la evaluación de habilidades y competencias.
- Retroalimentación de la evaluación de conocimientos y papel en la formación del sujeto de evaluación.
- Modalidades pedagógicas.
- Cátedra magistral u otras opciones.

Finalmente, los aspectos relacionados con el seguimiento y aseguramiento de la calidad del programa, deberían estar implementados y, además, ser de carácter público. La revisión académica del programa curricular a la luz de los referentes establecidos debería hacer parte del trabajo institucional permanente y continuo en aras de mejorar sus programas curriculares. Dentro de los aspectos que deberían hacer parte de esa revisión, es importante señalar los siguientes:

- Revisión de los objetivos de los cursos.
- Revisión de los programas de cursos y de las modalidades pedagógicas.
- Revisión de los procesos enseñanza-aprendizaje.
- Revisión de los procesos de evaluación.

**Tabla 6.** Opciones flexibles.

UNAM: 2 optativas disciplinares.	ACS. Opciones de grado en áreas disciplinares.
U. NAL. de la Plata: 3 cuatrimestres en áreas de Química.	Eurobachelor: 90 créditos básicos, 15 créditos semiopcionales y 60 créditos electivos
U. N. Colombia: 3 asignaturas de profundización, 2 electivas, 3 contextos.	

### Conclusiones

- Todo programa curricular debe reflejar los objetivos institucionales.
- Los objetivos de los programas considerados son prácticamente iguales, y aun así, las diferencias en los planes de estudios son notables.
- Cualquier programa debe incluir aspectos formativos esenciales que permitan desarrollar de manera integral a cada uno de los estudiantes, pero estos aspectos difieren entre instituciones y países.
- En la medida en que no se han identificado por parte de la comunidad académica cuáles son los aspectos esenciales que debería cubrir la formación básica a nivel de pregrado en Química, todo parece tener la misma importancia y no se profundizan o desarrollan plenamente las fortalezas de cada institución.
- El núcleo básico del programa de química no puede ser el resultado de los intereses y criterios de grupos limitados de profesores. Debe resultar de un amplio consenso entre la comunidad académica y estar basado en los referentes de universalidad, calidad y pertinencia.
- Las competencias, habilidades y valores que requiere el profesional químico y los procesos necesarios para desarrollarlos y evaluarlos no están claramente establecidos.
- Muchas instituciones tienen programas de química actualizados, pero por lo general son bastante rígidos, y los requisitos son altos. Es decir, prácticamente todas las asignaturas son obligatorias y el estudiante sólo tiene la posibilidad de programar unas pocas electivas. Lo anterior no sólo constituye un grave freno a la posibilidad de manejar programas flexibles en los que el estudiante pueda profundizar en las áreas de su interés, sino que es un obstáculo enorme a la movilidad de estudiantes entre universidades y al desarrollo de proyectos de cooperación entre ins-

tituciones. En estas condiciones el estudiante no tiene opción de participar en la construcción de su currículo.

- Deben establecerse las opciones flexibles claramente diferenciadas, en las que cada institución desarrolla con mayor énfasis las áreas de mayor interés y que deben reflejar precisamente aquellas áreas en las cuales sus fortalezas y competencias específicas son mayores.
- Se requiere establecer una cooperación entre la comunidad académica latinoamericana para repensar en primer lugar cuál es la formación que debe darse a los estudiantes de Química, para luego determinar las características fundamentales que debe tener cualquier programa de Química y que permita contribuir al mantenimiento y al mejoramiento de la calidad de su enseñanza.
- Debe iniciarse por parte de los gobiernos y con el apoyo de las universidades, un programa conducente al reconocimiento de los títulos entre países latinoamericanos.

#### Preguntas a la comunidad académica

Son muchas las preguntas que surgen (Crim, 2004) y resulta evidente la necesidad de establecer una cooperación entre la comunidad académica latinoamericana para tratar de responderlas en conjunto y no únicamente por el grupo de profesores de una institución. Las ventajas que pueden resultar de este trabajo son muy importantes. Esto contribuiría al mejoramiento de la calidad en la enseñanza de la Química, a la movilidad de los estudiantes entre programas y a la colaboración entre instituciones, y tal vez el aspecto más relevante es que promovería la flexibilización de los programas curriculares.

Algunas de las preguntas que deberían ser abordadas por la comunidad académica son las siguientes:

- ¿Qué debe saber un químico?
- ¿Cuáles son los contenidos fundamentales y cómo se establecen?
- ¿Cómo establecer un equilibrio entre las asignaturas básicas y flexibles?
- ¿Cómo se dan las interconexiones entre las distintas áreas para asegurar una mayor inter y transdisciplinariedad?
- ¿Qué papel juega la enseñanza práctica o de laboratorio en el proceso de formación?
- ¿Qué habilidades y competencias cognitivas, experimentales y generales debe desarrollar un químico y cómo evaluar estas competencias?
- ¿Cómo se reflejan las innovaciones pedagógicas en el proceso de evaluación?
- ¿Qué papel está jugando el estudiante en la construcción de su propio currículo?
- ¿Cómo apoyar la movilidad de estudiantes?
- ¿Qué papel juega el estado para garantizar la formación básica de estudiantes que van a obtener un mismo título profesional?

#### Referencias

- ACS. *Undergraduate professional Education in Chemistry. Guidelines and evaluation procedures*, American Chemical Society. Washington, 2003.
- Chamizo J. A.; El curriculum oculto en la enseñanza de la química, *Educación Química*, **12**(4) 194-198, 2001.
- Crim F., Polik W., Revision of ACS Guidelines for undergraduate Chemistry Programs, *J. Chem. Educ.*, **81**(12) 1695-1696, 2004.
- European Community action programme in the field of education (2000-2006), Socrates, Gateway to Education, en la URL <http://europa.eu.int/comm/education/socrates.html>
- Gagan, J. M. F., *European Chemistry Thematic network-Core Chemistry*. 1<sup>st</sup> European Conference in Chemical Education, Budapest, 1998.
- Garritz, A., Reflexiones para la Reforma Curricular, *Educación Química*, **8**(4) 181-185, 1997.
- Johnstone, A. H., Ambusaidi, A.; Fixed Response: What are we testing? *Revista de Educación en Ciencias*, **2**(1) 30-32, 2001.
- Lagowski, J. J.; Chemical Education: Past, Present and Future, *J. Chem. Educ.*, **75** (4) 425-436, 1998.
- Moore J. M., Science Education Standards, *J. Chem. Educ.*, **77**(1) 7-9, 2000.
- National Research Council; *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington, 1996.
- Pinilla A., *Reflexiones en Educación Universitaria II: Evaluación*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 2002.
- Tuning Educational Structures in Europe Final Report. Phase One, Eds. Gonzales J., Wagenaar R., University of Deusto and University of Groningen. Publicado por la Universidad de Deusto, Bilbao España. 2003.