

**ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE CIENCIAS – ACOFACIEN**

**INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION  
SUPERIOR – ICFES**

**CONTRATO 059**

**EXAMEN DE CALIDAD PARA LA EDUCACION SUPERIOR – ECAES**

**MARCO DE FUNDAMENTACION CONCEPTUAL Y ESPECIFICACIONES DE  
LA PRUEBA**

**PROGRAMA DE QUIMICA**

**2005**

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES      UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA      UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO      UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA      UNIVERSIDAD DEL QUINDIO**  
**UNIVERSIDAD DEL CAUCA      UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI**  
**UNIVERSIDAD DE CORDOBA      UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**EQUIPO COORDINADOR NACIONAL**

**CARLOS CORREDOR**  
**COORDINADOR ACADEMICO GENERAL**

**CRISTINA ARBELÁEZ DE CORREDOR**  
**COORDINADORA ADMINISTRATIVA NACIONAL**

**ISABEL CRISTINA PERILLA DE ZAMBRANO**  
**COORDINADORA ACADEMICA NACIONAL**  
**(REDACTORA DEL DOCUMENTO)**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. MARCO LEGAL PARA LA REALIZACION DEL ECAES .....</b>	<b>5</b>
<b>2. FORMACIÓN DEL PROFESIONAL QUÍMICO EN EL MUNDO.....</b>	<b>5</b>
2.1. PROGRAMAS DE FORMACION EN EUROPA.....	5
2.1.1. GRAN BRETAÑA.....	5
2.1.2. COMUNIDAD EUROPEA.....	6
2.2. PROGRAMAS DE FORMACION EN NORTEAMERICA .....	9
2.3. PROGRAMAS DE FORMACION EN CENTROAMERICA .....	9
2.4. PROGRAMAS DE FORMACION EN SURAMERICA.....	10
2.4.1. ARGENTINA .....	10
2.4.2. BRASIL.....	11
2.4.3. CHILE.....	11
2.4.4. URUGUAY .....	11
2.4.5. CONVENIO ANDRES BELLO.....	13
2.4.6. PROYECTO TUNING – AMERICA LATINA.....	14
2.5. CONCLUSIONES.....	14
<b>3. LA QUIMICA EN COLOMBIA .....</b>	<b>15</b>
3.1. RESEÑA HISTORICA .....	15
3.2. CAMPOS DE ACCION .....	17
3.3. PROGRAMAS DE FORMACION EN COLOMBIA.....	17
3.3.1. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.....	18
3.3.2. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA .....	19
3.3.3. UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO.....	20
3.3.4. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.....	20
3.3.5. UNIVERSIDAD DEL CAUCA .....	21
3.3.6. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA .....	22
3.3.7. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	22
3.3.8. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA .....	23
3.3.9. UNIVERSIDAD DE NARIÑO .....	24
3.3.10. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA .....	25
3.3.11. UNIVERSIDAD DEL QUINDIO .....	26
3.3.12. UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI .....	26
3.3.13. UNIVERSIDAD DEL VALLE .....	27
3.4. CONCLUSIONES.....	28

<b>4. EVALUACIONES SIMILARES A ECAES A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL.....</b>	<b>30</b>
4.1. MÉJICO .....	30
4.2. BRASIL.....	31
<b>5. OBJETO DE ESTUDIO .....</b>	<b>32</b>
<b>6. ESPECIFICACIONES DE PRUEBA.....</b>	<b>32</b>
6.1. COMPETENCIAS A EVALUAR EN EL ECAES DE QUÍMICA.....	33
6.2. COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES.....	35
6.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES .....	36
6.3.1. MÉTODOS CLÁSICOS DE ANÁLISIS .....	36
6.3.2. MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS .....	37
6.3.3. PROPIEDADES Y REACTIVIDAD DE COMPUESTOS INORGÁNICOS .....	37
6.3.4. QUÍMICA INORGÁNICA ESTRUCTURAL.....	38
6.3.5. QUÍMICA ORGÁNICA ESTRUCTURAL .....	38
6.3.6. MECANISMOS Y REACCIONES EN QUÍMICA ORGÁNICA.....	39
6.3.7. ESTRUCTURA Y DINÁMICA .....	40
6.3.8. EQUILIBRIO .....	40
6.4. ESTRUCTURA DE PRUEBA .....	41

## **1. MARCO LEGAL PARA LA REALIZACION DEL ECAES**

La Constitución Política de la República de Colombia de 1991 considera la educación superior como un servicio público de carácter cultural con una función social que le es inherente; las universidades tienen autonomía responsable para organizarse administrativamente y para ofrecer programas de formación de pre y posgrado dentro de los parámetros que fija la Ley 30 de 1992. En la misma forma, la Constitución Política establece en su artículo 211 que el Presidente de la República debe ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación colombiana y que puede delegar esta función en el Ministro de Educación Nacional. El artículo 32 de la Ley 30 de 1992 establece que esta inspección y vigilancia se ejerce a través de un proceso de evaluación para velar por su calidad, el cumplimiento de sus fines, la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos y por la adecuada prestación del servicio. En la Ley 115 de 1994 se determinó como deber del Estado atender en forma permanente los factores que favorecen la calidad y el mejoramiento de la educación.

Para satisfacer las expectativas de la sociedad en materia de calidad de la educación superior se ha establecido en el país el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, el cual actualmente dispone de cuatro instrumentos: ellos son el CESU, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), creados por la Ley 30 de 1992, la CONACES creada mediante el artículo 37 del Decreto 2230 del 8 de agosto de 2003 y los ECAES, cuya obligatoriedad se estableció mediante el Decreto 1781 de 2003. Una descripción más detallada del marco legal que rodea los ECAES puede leerse en el documento escrito por C. Corredor<sup>1</sup>, “Marco General de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de la Prueba para las Carreras de Ciencias”.

## **2. FORMACIÓN DEL PROFESIONAL QUÍMICO EN EL MUNDO**

En el documento de Corredor se presenta también una discusión acerca de las diferencias básicas que se observan en la formación en Ciencias tanto en Europa como en Estados Unidos y de cómo en Latinoamérica se ha adoptado el modelo napoleónico que se encuentra en algunas instituciones francesas. Con base en estas premisas generales, en el presente documento se discutirán algunos de los programas existentes en diversas regiones.

### **2.1. PROGRAMAS DE FORMACION EN EUROPA**

#### **2.1.1. GRAN BRETAÑA**

Tomando como modelo los estudios en la Universidad de Oxford<sup>2</sup> y en la Universidad de Liverpool<sup>3</sup>, la carrera de Química tiene una duración de cuatro años y conduce al título de Magíster en Química. La carrera proporciona una educación general en el área con

---

<sup>1</sup> Corredor, C. “Marco General de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de la Prueba para las Carreras de Ciencias”, diciembre 2004.

<sup>2</sup> [www.chem.ox.ac.uk](http://www.chem.ox.ac.uk), diciembre 2004.

<sup>3</sup> [www.liv.ac.uk](http://www.liv.ac.uk), marzo 2004.

suficiente flexibilidad para que los estudiantes se especialicen en aquellos campos de su interés. En el primer año los estudiantes toman cursos o módulos en Química Inorgánica, Química Orgánica, Físicoquímica y Matemáticas para Química, aunque se observan diferencias entre las universidades. Los tres primeros cursos incluyen tópicos como Química Biológica y Física. En el segundo año la química es el componente principal de los estudios, con oportunidades de diversificación en otras áreas a través de cursos opcionales suplementarios. En el tercer año también el componente principal es la química, pero deben cursarse asignaturas opcionales más especializadas, algunas de las cuales se relacionan con intereses de investigación en los Departamentos. En este punto el estudiante puede obtener su grado de B.Sc. En Oxford, el cuarto año está dedicado enteramente a desarrollar un proyecto de investigación bajo la supervisión de un profesor, ya sea en química o en ciencias afines, cuyo resultado es una tesis y que le da derecho a optar por el grado de M. Chem.

### 2.1.2. COMUNIDAD EUROPEA

En la actualidad cada país europeo tiene su propio plan de estudios y tiene la oportunidad de ofrecer diferentes títulos relacionados con la química.

Por ejemplo, en Portugal, la Universidad de Aveiro<sup>4</sup> otorga títulos de Licenciatura en Química, Licenciatura en Bioquímica y Química Alimentaria y de Licenciatura en Química Industrial y Gestión, cada una de ellas con una duración de 4 años. De acuerdo con su perfil profesional, el licenciado en química está capacitado para:

- Trabajar en laboratorios responsables de la garantía de calidad de los productos.
- Trabajar en laboratorios responsables del control de procesos industriales.
- Desempeñar funciones técnico-comerciales en empresas y servicios.
- Desempeñar funciones en investigación y desarrollo de técnicas y productos.
- Desempeñar funciones docentes en enseñanza secundaria y universitaria.
- Proseguir estudios de posgrado.

Las áreas científicas obligatorias son física, matemática, informática, bioquímica, fisicoquímica, química analítica, química inorgánica, y química orgánica. Las asignaturas electivas están correlacionadas con las anteriores áreas de la química. En la última mitad del cuarto año se desarrolla un proyecto, del cual no se encontró mucha información. Existe además un quinto año, opcional, que se considera profesionalizante.

En la misma forma, las universidades españolas, como la Universidad de Granada<sup>5</sup> y la Universidad de Sevilla<sup>6</sup>, tienen en su mayoría la estructura de carreras de dos ciclos, los cuales conducen a los títulos de B. Sc./M. Sc. El primer ciclo tiene por lo general una duración de tres años y el segundo, de dos. Las asignaturas obligatorias corresponden a temas de matemáticas, física, biología, además de temas relacionados con química analítica, química inorgánica, química orgánica, fisicoquímica y bioquímica.

<sup>4</sup> [www.dq.ua.pt](http://www.dq.ua.pt), diciembre 2004.

<sup>5</sup> [www.ugr.es](http://www.ugr.es), diciembre 2004.

<sup>6</sup> [www.us.es](http://www.us.es), diciembre 2004.

Como resultado de la declaración de Bologna, está en estudio una estructura general de tres ciclos, conducentes a los títulos de B. Sc/M. Sc./Ph. D. El primer ciclo tendría una duración de tres años, y en algunos países, de cuatro y sería conducente al título de B. Sc. en Química, sin ningún adjetivo adicional. A raíz de la declaración de Bologna, se reunió una comisión de 100 expertos de universidades de la Unión Europea y produjo un documento que se publicó originalmente en 2002 bajo el nombre “Tuning Educational Structures in Europe”, comunmente llamado proyecto Tuning<sup>7</sup>.

El informe final del proyecto Tuning sugiere que un egresado del primer ciclo debe tener conocimientos en:

- Principales aspectos de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades.
- Principales tipos de reacciones químicas y principales características asociadas con ellas.
- Principios y procedimientos usados en análisis químicos y en la caracterización de compuestos químicos.
- Características de los diferentes estados de la materia y teorías usadas para describirlos.
- Principios de la mecánica cuántica y su aplicación a la descripción de la estructura y propiedades de átomos y moléculas.
- Principios de la termodinámica y sus aplicaciones a la química.
- Cinética del cambio químico, incluyendo catálisis, interpretación mecanística de las reacciones químicas.
- Principales técnicas para estudios de estructura, incluyendo espectroscopía.
- Propiedades características de los elementos y de sus compuestos, incluyendo relaciones de grupo y tendencias en la Tabla Periódica.
- Propiedades de compuestos alifáticos, aromáticos, heterocíclicos y organometálicos.
- Naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en las moléculas orgánicas.
- Aspectos estructurales de los elementos químicos y de sus compuestos, incluyendo la estereoquímica.
- Principales vías de síntesis en química orgánica, incluyendo interconversiones de grupos funcionales y formación de enlaces C-C y C-heteroátomo.
- Relación entre propiedades macroscópicas y propiedades de átomos y moléculas individuales, incluyendo macromoléculas.

Al mismo tiempo, al nivel de Eurobachelor, los estudiantes deben haber desarrollado habilidades y competencias que pueden clasificarse en tres categorías:

- Cognitivas relacionadas con la química, es decir, relacionadas con tareas intelectuales, incluyendo resolución de problemas.
- Prácticas relacionadas con la química, las cuales tienen que ver con el desempeño en el trabajo de laboratorio.

---

<sup>7</sup> Gomzález, J., Wagenaar, R. “Tuning Educational Structures in Europe, Final Report, Phase 1”, Universidad de Deusto, España, 2003, pag. 111-123.

- Transferibles, que pueden desarrollarse en el contexto de la química y son de naturaleza general y aplicables en muchos otros contextos.

Las competencias relacionadas con la primera categoría son:

- Habilidad para demostrar conocimiento y entendimiento de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas descritas arriba.
- Habilidad para aplicar este conocimiento y entendimiento a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos de naturaleza familiar.
- Competencia en la evaluación, interpretación y síntesis de datos e información química.
- Habilidad para reconocer e implementar la buena medida en ciencia y en la práctica.
- Competencias para presentar material científico y argumentos, tanto en forma verbal como escrita, a una audiencia conocedora.
- Habilidades computacionales y de procesamiento de datos, relacionados con datos e información química.

Las competencias relacionadas con la segunda categoría son:

- Habilidades en el manejo seguro de sustancias químicas, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, incluyendo peligros potenciales asociados con su uso.
- Habilidades para llevar a cabo procedimientos normales de laboratorio que incluyan el uso de instrumentación en trabajo sintético y analítico, relacionado con sistemas tanto orgánicos como inorgánicos.
- Habilidades en el monitoreo, por observación y medida, de propiedades químicas, eventos o cambios y su registro sistemático y confiable.
- Habilidad para interpretar datos derivados de observaciones y medidas experimentales en términos de su significado y su relación con la teoría apropiada.
- Habilidad para juzgar riesgos relacionados con el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.

Las habilidades y competencias relacionadas con la tercera categoría son:

- Habilidades de comunicación oral y escrita, en al menos dos de los lenguajes europeos oficiales.
- Habilidad de resolver problemas relacionados con información cuantitativa y cualitativa.
- Habilidad de cálculo, incluyendo aspectos tales como análisis de error, estimación de órdenes de magnitud y uso correcto de unidades.
- Habilidad de recolección de información en relación con fuentes primarias y secundarias, incluyendo búsqueda a través de computador.
- Habilidad de uso de información tecnológica, tal como uso de procesadores de palabra y bases de datos, recolección y almacenamiento de datos, comunicación por internet, etc.
- Habilidad para establecer relaciones interpersonales y para realizar trabajo en equipo.
- Habilidades de estudio necesarias para continuar su desarrollo profesional.



En cuanto a los contenidos, el informe propone la enseñanza en forma modular tratando de eliminar las barreras tradicionales entre las subdisciplinas de la química. Sin embargo, como esto puede demorar un tiempo, proponen los siguientes módulos de acuerdo con la clasificación tradicional:

Módulos de química obligatorios: Química analítica, química inorgánica, química orgánica, fisicoquímica y química biológica.

Módulos semiopcionales: química computacional, tecnología química, química macromolecular.

Módulos no químicos: Matemáticas (obligatorio), física (obligatorio) y biología.

Cursos prácticos: organizados ya sea en forma integral o separada.

Además de lo anterior, el informe propone módulos electivos y la realización de una tesis obligatoria, que debe involucrar el elemento de investigación necesario para todo químico.

## **2.2. PROGRAMAS DE FORMACION EN NORTEAMERICA**

Tal como se mencionó en el documento de Corredor<sup>8</sup>, los estudios de pregrado en universidades norteamericanas, conducentes al B.S., tienen una duración de cuatro años durante los cuales los estudiantes deben cumplir con una serie de requisitos generales de grado, además de los requisitos específicos para obtener su “mayor” en química. Los programas son muy flexibles puesto que las electivas pueden corresponder a cursos de química, a actividades de investigación o a otros cursos que se ofrezcan en otros Departamentos. Como ejemplo, el programa de Química de MIT<sup>9</sup> tiene como obligatorios cursos en química inorgánica, química biológica, química orgánica, fisicoquímica, además de tres cursos integrados de laboratorio (introducción a la experimentación química, experimentación química intermedia, experimentación química avanzada). En ésta y en otras universidades los estudiantes adquieren una visión global de las principales áreas de la química y tienen oportunidad de participar en actividades de investigación, aunque dentro de los planes de estudios no se contempla el requisito de realizar un trabajo de grado o tesis.

## **2.3. PROGRAMAS DE FORMACION EN CENTROAMERICA**

Los países más representativos de Centroamérica son Méjico y Puerto Rico, aunque se observan diferencias inclusive en la duración de las carreras. Puerto Rico<sup>10</sup> sigue un sistema muy parecido al de Estados Unidos, con duración de cuatro años. El título otorgado es el de Bachillerato en Ciencias con concentración en química y algunas universidades ofrecen un programa alterno certificado por la American Chemical Society, el cual incluye la aprobación de créditos adicionales en química.

---

<sup>8</sup> op. cit.

<sup>9</sup> web.mit.edu, marzo 2004, mit.ocw.universia.net, diciembre 2004.

<sup>10</sup> [www.cavey.upr.edu](http://www.cavey.upr.edu), diciembre 2004, [www.metro.inter.edu](http://www.metro.inter.edu), diciembre 2004.

En Méjico, el título otorgado es el de Licenciatura en Química. La UNAM<sup>11</sup> ha realizado recientemente un cambio en su plan de estudios, el cual tiene una duración de 9 semestres. La Universidad prepara profesionales con capacidad para:

- Identificar los productos puros o como constituyentes en forma cualitativa y/o en forma cuantitativa.
- Aplicar normas de calidad para diferentes productos.
- Purificar productos a partir de recursos naturales, o de procesos sintéticos.
- Realizar el control analítico de materias primas, productos intermedios y terminados.
- Sintetizar productos a partir de materias primas sencillas, o por degradación de moléculas.
- Impartir docencia en materias de química relacionadas con la misma, en los niveles básico, medio y superior.
- Efectuar investigación para ampliación del conocimiento, o para la aplicación del mismo.

El plan de estudios está organizado en tres módulos de tres semestres cada uno. El primer semestre pertenece al tronco común que se imparte a todas las carreras de la Facultad de Química. Del total de 43 asignaturas, 2 son electivas y una corresponde a un trabajo de investigación.

## **2.4. PROGRAMAS DE FORMACION EN SURAMERICA**

Una revisión a los planes de estudio de diferentes países muestra que a nivel general se ofrecen varios títulos en química, cuyos nombres dependen de los países. Por esta razón se hará un breve resumen de algunos de ellos.

### **2.4.1. ARGENTINA**

La Universidad Católica Argentina<sup>12</sup> ofrece un título de pregrado en Química Industrial, cuyos estudios tienen una duración de tres años, el cual capacita al egresado para efectuar análisis químicos y controles instrumentales en la industria y en laboratorios, ejerciendo el control de materias primas, productos en proceso de elaboración o terminados y de otras sustancias. Igualmente ofrece un título de grado de Licenciatura en Química Industrial, cuyos estudios tienen duración de cinco años, en el que se forman profesionales capaces de dirigir, controlar y planificar operaciones y procesos en industrias químicas y afines, de realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos de productos elaborados o semielaborados, y de proyectar, instalar y dirigir laboratorios de análisis químicos, físicos y bacteriológicos y de investigación científica y tecnológica.

---

<sup>11</sup> [www.fquim.unam.mx](http://www.fquim.unam.mx), diciembre 2004.

<sup>12</sup> [www.uca.edu.ar](http://www.uca.edu.ar), diciembre 2004.

#### 2.4.2. BRASIL

La Universidad de Campinas<sup>13</sup> ofrece títulos de Bachiller, Bachiller en Química Tecnológica y de Licenciado. El primero tiene una duración de ocho semestres y capacita al egresado para efectuar estudios, investigaciones y experimentos relacionados con la composición, las propiedades y posibles transformaciones de las sustancias; aplicar los principios y métodos conocidos para descubrir y fabricar nuevos productos químicos, para encontrar nuevos usos a los productos existentes y nuevos métodos de producción; resolver problemas industriales específicos de su área, ejercer actividades de dirección, responsabilidad técnica, consultoría, divulgación y comercialización. Puede también realizar investigación pura y aplicada, y actuar como profesor universitario.

El Bachillerato en Química Tecnológica tiene una duración de ocho semestres pero incluye un mayor número de créditos que el anterior y capacita al egresado en todas las actividades relacionadas con operaciones y procesos industriales.

La Licenciatura tiene una duración de ocho semestres, tiene menor número de créditos que los títulos anteriores y capacita al egresado para actuar como profesor de 1° y 2° grados (según nomenclatura de ese país) y como profesor universitario, así como en investigación y en enseñanza en instituciones federales de educación.

#### 2.4.3. CHILE

La Pontificia Universidad Católica de Chile<sup>14</sup> ofrece dos títulos, el de Licenciado en Química y el título profesional de Químico.

Para obtener el grado de licenciado en química es necesario aprobar un cierto número de créditos y aprobar el curso denominado Tesis de Licenciatura. Este título es requisito para obtener el título de Químico, además de aprobar otro número de créditos en cursos de carácter profesional. Igualmente es necesario aprobar unas Prácticas Profesionales y un Examen de Titulación, el cual consiste en una evaluación escrita de carácter global e integradora de los conocimientos adquiridos en los cursos profesionales de la carrera. Igualmente pueden obtenerse menciones adicionales en ciertas áreas de la química como química industrial o química ambiental y analítica, las cuales exigen la aprobación de cursos adicionales.

#### 2.4.4. URUGUAY

La Universidad de la República del Uruguay<sup>15</sup> ofrece el título intermedio de Bachiller en Ciencias Químicas y los títulos profesionales de Químico, Químico Farmacéutico y Bioquímico Clínico, estos dos últimos con un perfil profesional bien diferenciado del de un químico.

---

<sup>13</sup> [www.iqm.unicamp.br](http://www.iqm.unicamp.br), diciembre 2004.

<sup>14</sup> [www.puc.cl](http://www.puc.cl), diciembre 2004.

<sup>15</sup> [www.fq.edu.uy](http://www.fq.edu.uy), diciembre 2004.

El Bachiller en Ciencias Químicas tiene formación básica, teórica y práctica en Química. Debe cumplir un total de 230 créditos y está capacitado para:

- Realizar las tareas prácticas inherentes a la síntesis y el análisis químicos, las prácticas básicas relacionadas con ensayos físicos, en laboratorios de: análisis químico, bromatológico, agropecuario, de control de calidad e industrial, tanto público como privado.
- Colaborar en la enseñanza de la Química y otras materias básicas relacionadas, tanto a nivel secundario, como terciario o superior.
- Continuar hacia estudios más avanzados y especializados en el área química que lo conduzcan a obtener alguno de los siguientes títulos: Químico, Químico Farmacéutico o Bioquímico Clínico.
- Continuar sus estudios en otras carreras con un importante componente químico: Ingeniería Química, Ingeniería de Alimentos, Licenciatura en Bioquímica y otras de ese tipo que puedan crearse en el futuro.

El Químico es el profesional que posee, además de sólidos conocimientos en todas las áreas de la química (analítica, biológica, físicoquímica, inorgánica, orgánica, etc.), tanto en sus aspectos básicos como aplicados, conocimientos en las áreas de desarrollo de negocios y gestión empresarial. Debe cumplir un total de 420 créditos, 100 de los cuales son electivos y puede además tener diferentes orientaciones, que dan lugar a un nombre adicional en el título. Está capacitado para:

- Desarrollar o mejorar productos de aplicación industrial, agropecuaria, alimentaria, medioambiental u otros en concordancia con sus estudios.
- Desarrollar, seleccionar, adaptar y mantener tecnologías de síntesis, biosíntesis, análisis y control de calidad de productos clasificables en las áreas químicas y anexas, tanto en sus aspectos básicos como tecnológicos.
- Diseñar, instalar, operar, dirigir y gestionar laboratorios dedicados a la identificación, caracterización, cuantificación y control de calidad de productos clasificables en las áreas mencionadas u otras empresas en áreas químicas y relacionadas.
- Constituir, dirigir y gestionar empresas en áreas químicas y relacionadas, en forma individual o integrado a un equipo multidisciplinario, según la escala y complejidad del emprendimiento.
- Actuar como asesor, consultor y perito en las áreas químicas y relacionadas.

Claramente se observa que el profesional químico está capacitado para desempeñarse en forma más autónoma que el Bachiller en Ciencias Químicas.

#### 2.4.5. CONVENIO ANDRES BELLO

Pertencen al Convenio Andrés Bello Bolivia, Colombia, Chile, Cuba, Ecuador, España, Panamá, Perú y Venezuela. En el IX Consejo Presidencial Andino se acordó adoptar las medidas necesarias para el reconocimiento de títulos de educación superior de nivel andino, tendientes a facilitar la prestación de servicios profesionales en la región. A partir de esta fecha se han realizado la XIX Reunión de Ministros de Educación en la cual se adoptaron varias disposiciones sobre la educación superior. Posteriormente se desarrollaron dos talleres sobre el establecimiento de equivalencias para carreras de pregrado en cada una de las áreas de ingenierías y en ciencias, como resultado de los cuales se hicieron sugerencias acerca de la estructura mínima curricular que define el que un determinado profesional pueda ser llamado como tal internacionalmente. En el caso de química, los talleres se realizaron en la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela) en 1998 y en la Universidad de la Habana (Cuba) en 1999. Participaron en ellos la Universidad Mayor de San Simón (Bolivia), la Universidad del Valle (Colombia), la Universidad de Concepción (Chile), la Universidad de la Habana (Cuba), la Universidad del País Vasco (España), la Universidad de Panamá (Panamá) y la Universidad de los Andes (Venezuela). En sus aspectos más importantes, las recomendaciones de este taller son las siguientes, en cuanto a las exigencias mínimas para llevar a cabo equivalencias<sup>16</sup>:

- Duración mínima de la carrera, cuatro años, los cuales contemplan semestres de mínimo 16 semanas de clase.
- Total de horas: mínimo de 3000 y máximo de 3500 de 60 minutos, las cuales equivalen a  $\frac{4}{3}$  de la hora académica de 45 minutos.
- Perfil profesional: Es un profesional capaz de realizar investigaciones en el campo de la química, de desarrollar y/o de aplicar técnicas de síntesis o de análisis, y de transmitir sus conocimientos en el área respectiva.
- Currículo mínimo: Áreas básicas en Ciencias: Física, matemática y química general. Áreas básicas de la profesión: química orgánica (grupos funcionales, mecanismos, síntesis), química inorgánica (elementos representativos, metales de transición), química analítica (cualitativa, cuantitativa, instrumental), química física (termodinámica, cinética, química cuántica), elucidación de estructuras y química industrial. Se recomendó analizar la introducción de bioquímica y química de los materiales como componentes obligatorios. Adicionalmente debe haber áreas complementarias (asignaturas que contribuyen a la formación integral del profesional) y opcionales o electivas (que flexibilizan el currículo o pueden satisfacer necesidades regionales o del centro), las cuales pueden incluir el trabajo de grado. Este último no se exige para la equivalencia.

Adicionalmente se recomendó un porcentaje mínimo de horas dedicadas a cada una de las áreas y se establecieron unos contenidos mínimos para cada una de ellas. El porcentaje

---

<sup>16</sup> Troncales curriculares para carreras de pregrado en ingenierías y ciencias básicas. Universidades de los Países del Convenio Andrés Bello, Bogotá, 2000.

recomendado es el siguiente: Asignaturas básicas de la carrera, 70%; asignaturas complementarias, 5%. El porcentaje de las asignaturas opcionales o electivas puede variar dependiendo del número de horas totales de la carrera y del aumento en porcentaje de las otras áreas.

#### **2.4.6. PROYECTO TUNING – AMERICA LATINA**

El Proyecto Tuning surge en un contexto de reflexión sobre educación superior, como consecuencia del acelerado ritmo de cambio de la sociedad, dentro del proceso que siguió a la Declaración de Bologna en 1999. Entre 2001 y 2002 se desarrolló en Europa la primera fase de este proyecto en la cual participaron más de 100 universidades europeas, en siete áreas temáticas: Administración de Empresas, Ciencias de la Educación, Geología, Historia, Química, Física y Matemáticas<sup>17</sup>. En mayo de 2003 se inició la segunda fase de este proyecto, en el cual se incorporaron dos nuevas áreas temáticas, además de nuevas instituciones.

Sin embargo, el actual proceso de globalización incluye no sólo a países europeos sino también americanos y ha incrementado entre otras cosas la movilidad estudiantil, por lo cual se decidió iniciar el Proyecto Tuning – América Latina, el cual ha sido diseñado como un proyecto independiente, impulsado y coordinado por universidades de distintos países, tanto latinoamericanos como europeos. El proyecto busca contribuir al desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles en una forma articulada e impulsar a escala latinoamericana un nivel de convergencia de la educación superior en las áreas de Ciencias de la Educación, Historia, Administración de Empresas y Matemáticas, centrándose en las estructuras y en el contenido de los estudios, en busca de puntos comunes de referencia, desde el punto de vista de competencias y destrezas. No se profundizará más en este tema puesto que el proyecto no contempla inicialmente el área de química, aunque la incluirá posteriormente.

#### **2.5. CONCLUSIONES**

Además del título de Químico, se ofrecen en varios países diferentes titulaciones que indican una cierta especialización u orientación hacia determinada área; adicionalmente se ofrecen algunos títulos intermedios después de completar un cierto tiempo de estudios y de cumplir los requisitos específicos.

En la mayoría de los países se establecen los requisitos en términos de créditos, los cuales están definidos de manera muy disímil en las diferentes instituciones y no siempre en la información disponible aparece cómo se han establecido. Por esta razón, mientras se adopta un criterio uniforme, la sugerencia de los expertos de los países que pertenecen al Convenio Andrés Bello que participaron en las discusiones acerca de los requisitos mínimos para las carreras de ciencias e ingeniería es que se hable en términos de intensidad horaria, según la definición establecida por ellos. Los programas son de una gran flexibilidad, pero dentro de los requisitos obligatorios siempre se contempla al menos una asignatura en las áreas

---

<sup>17</sup> [www.relint.deusto.es/TUNINGProject/index.htm](http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/index.htm), diciembre 2004.

básicas, como son matemáticas, física, química analítica, química inorgánica, química orgánica, fisicoquímica y bioquímica. La biología no se contempla en todos ellos. Todos los programas incluyen el trabajo experimental dentro de su currículo.

La duración de las carreras oscila entre cuatro y cinco años, aunque la tendencia es a disminuir su duración a cuatro años, teniendo en cuenta que con la evolución del mundo actual el objetivo de un título profesional es proporcionar al estudiante una formación básica en ciencias con alguna profundización en una determinada disciplina, pero con una clara visión de que éste es ahora un título intermedio y que el profesional puede perfeccionar su formación a través de los títulos de posgrado, maestría y doctorado.

### **3. LA QUIMICA EN COLOMBIA**

#### **3.1. RESEÑA HISTORICA**

La Química como carrera tiene su inicio en la Universidad Nacional de Colombia. Con el objeto de organizar y recoger los estudios de química dispersos en diferentes facultades, se creó en esta Universidad en 1936 el primer Departamento de Química, bajo la regencia de la Escuela de Farmacia. En marzo de 1939 se separó de ésta y se convirtió en Facultad de Química a finales de ese año. En este mismo año se creó el primer programa de Química en Colombia, con un plan de estudios de cuatro años, al final del cual se obtenía el diploma en Ciencias Químicas y con un quinto año opcional en el cual, luego de desarrollar un trabajo de tesis se obtenía el diploma de Doctor en Ciencias Químicas. La creación de la carrera en la Universidad Nacional fue una respuesta a la necesidad que en ese momento tenía el país de contar con profesionales capaces de promover la industria química, resultado de la política de sustitución de importaciones. El primer plan de estudios, propuesto por el profesor Antonio García Banús, tuvo una orientación marcadamente profesionalista: se graduaban químicos especialmente para realizar análisis y para comprender algunos procesos industriales. Posteriormente, cuando en 1948 se creó la Carrera de Ingeniería Química, la Facultad de Química se convirtió en Facultad de Química e Ingeniería Química y se reglamentó un nuevo plan de estudios para la Carrera de Química, en el cual no pudo definirse un carácter para esta carrera. Por esta razón, en 1951 se consideró conveniente distinguir las dos carreras y en 1952 el profesor Zbigniew M. Broniewski propuso un nuevo plan de estudios específico para la Carrera de Química, el cual se aprobó ese mismo año. La carrera seguía siendo de cuatro años y se otorgaba el título de químico a los estudiantes que obtuvieran un mínimo de 4,0 en todas las asignaturas del programa, de lo contrario debían presentar exámenes preparatorios para obtenerlo. En 1959 comenzó un nuevo plan de estudios, en el cual la duración de la Carrera pasó a cinco años con el objeto de abarcar otros campos necesarios para la formación química profesional, se exigía un promedio mínimo de 3,6 para optar al título y se estableció como obligatoria la presentación de un trabajo de tesis. En 1965 se creó la Facultad de Ciencias, a la cual quedó adscrita la Carrera de Química, mientras que la Carrera de Ingeniería Química quedó adscrita a la Facultad de Ingeniería. Entre 1965 y 1967 se produjeron cambios considerables en el plan de estudios debido a la semestralización de la carrera y a la orientación más científica que se intentó darle como consecuencia de la introducción de un nuevo modelo universitario que

contemplaba la redistribución de los saberes de la Universidad con el objeto de profundizar en su conocimiento por medio de la investigación y de impartir una docencia más dinámica y científica, modificando la orientación estrictamente profesionalista. Esta modificación implicó un cambio en la estructura de la Universidad, de enfoque francés a uno norteamericano, en el cual, además de una capacitación profesional, se proporcionaba una formación básica general de carácter humanístico y científico. Como resultado de esta reforma los Departamentos adquirieron importancia como las unidades académicas más importantes de la Universidad. Estos cambios condujeron a la iniciación de la investigación en el Departamento de Química y a la creación del programa de Magíster en 1970. A este plan se introdujeron reformas posteriores, hasta 1989, año en el cual se aprobó el plan de estudios vigente, el cual tuvo en cuenta una encuesta realizada por la Asociación Química Colombiana en 1983 acerca de diversos aspectos de la formación profesional de los químicos y otros estudios impulsados por COLCIENCIAS sobre la historia social de la ciencia en Colombia y sobre ciencia y sociedad en Colombia. De ellos se pudo establecer que las fuentes de trabajo de los químicos en el país eran principalmente tres, en proporciones aproximadamente iguales: las universidades, los institutos de investigación y la industria<sup>18</sup>.

El programa de la Universidad de Antioquia se inició en 1964, como consecuencia del mismo movimiento de reforma de la universidad colombiana que tuvo lugar en esa época en la Universidad Nacional. Bajo los auspicios de la Fundación Ford se creó en la Universidad de Antioquia el Instituto de Estudios Generales, el cual posteriormente se transformó en Facultad de Ciencias y Humanidades, que pretendía impartir una formación científica y humanística antes del inicio de la capacitación profesional. El programa de química fue el primero en surgir dentro de la Facultad de Ciencias con una duración de cuatro años, en el cual se daba una formación científica básica preparatoria para realizar estudios de posgrado. Desde sus inicios, este programa tuvo muchas críticas por su orientación y duración de los estudios, pero sólo en 1979 se inició su modificación, la cual se aprobó en 1981 e incluyó una duración de cinco años. Este programa estaba orientado a formar un profesional de la Química con una sólida formación científica y con los conocimientos necesarios para desempeñarse tanto en la industria como en la universidad<sup>19</sup>.

El programa de la Universidad del Valle se inició en 1966, en circunstancias similares al de la Universidad de Antioquia, bajo los auspicios de la Fundación Rockefeller, la cual apoyó la creación de la División de Ciencias, de los Departamentos y del Programa de Química. Las características de este programa eran similares al de la Universidad de Antioquia, con un plan de estudios de cuatro años y con mayor énfasis en los aspectos científicos que en los profesionales. Posteriormente, para establecer un vínculo con la industria, se adicionaron, como requisito de grado, 600 horas de trabajo en la industria; más tarde este requisito se hizo extensivo a trabajo experimental en la Universidad. En la década de los

---

<sup>18</sup> Maldonado, L.A., Suárez, A.J. "Evolución de la Carrera de Química en la Universidad Nacional de Colombia", Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, 1982.

<sup>19</sup> Puerta, J.E. "Las Carreras de Química en Colombia", ICFES-COLCIENCIAS, 1981.



ochenta se realizó una reforma al plan de estudios para diversificarlo y extenderlo a cinco años<sup>20</sup>.

En 1971 se creó la Carrera de Química en la Universidad Industrial de Santander, como respuesta a la importancia de crear en la Universidad una estructura científica – tecnológica como base indispensable para el estudio, adaptación y desarrollo de la tecnología. El programa, administrado por el Departamento de Química, tenía una duración de cinco años.

Los cuatro programas de Química mencionados anteriormente son los de mayor trayectoria en el país. Posteriormente se han creado nueve programas más, entre los cuales se cuentan el de la Universidad del Cauca en 1992 y el de la Universidad del Quindío en 1995. El de más reciente creación es el de la Universidad de los Andes, en el 2004. Con excepción del de la Universidad Santiago de Cali, todos los programas funcionan en jornada diurna.

### 3.2. CAMPOS DE ACCION

El ejercicio profesional de la química en Colombia está reglamentado por la Ley 53 de 1975. Según ella, la actividad química es toda actividad profesional realizada dentro de cualquiera de las siguientes áreas generales: investigación científica, aplicación de alguna de las ramas de la ciencia química al estudio del mejor uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales del país renovables y no renovables, realización de ensayos y análisis químicos para controlar la calidad y los procedimientos de fabricación, desarrollo de métodos y técnicas de análisis, investigación aplicada al desarrollo y perfeccionamiento de materiales y procedimientos industriales de fabricación, dirección técnica y asesoría en los laboratorios correspondientes, y enseñanza de la química.

### 3.3. PROGRAMAS DE FORMACION EN COLOMBIA

En el país se ofrecen diferentes titulaciones en áreas relacionadas con la química y que indican una orientación determinada, tales como químico industrial o químico de alimentos. Sin orientación específica, hay actualmente 13 programas de Química que tienen que tienen registro calificado y, por consiguiente, están registrados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES y por lo tanto serán los que se discutan en el presente documento y que participarán en la elaboración de los ECAES. Como se aprecia en la tabla que aparece a continuación, la mayoría de éstos tiene una duración de 10 semestres.

**Comentario [I1]:** Sugiero quitar estos nombres ya que aparecen en el cuadro siguiente.

---

<sup>20</sup> op. cit.

INSTITUCIÓN	CIUDAD	DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA	DURACIÓN EN SEMESTRES
U. de los Andes	Bogotá	Química	8
U. de Antioquia	Medellín	Química	10
U. del Atlántico	Barranquilla	Química	10
U. de Cartagena	Cartagena	Química	10
U. del Cauca	Popayán	Química	10
U. de Córdoba	Montería	Química	10
U. Industrial de Santander	Bucaramanga	Química	10
U. Nacional de Colombia	Bogotá	Química	10
U. de Nariño	Pasto	Química	10
U. de Pamplona	Pamplona	Química	10
U. del Quindío	Armenia	Química	10
U. Santiago de Cali	Cali	Química	12 (J. nocturna)
U. del Valle	Cali	Química	10

A continuación se describirán, para cada uno de los programas existentes en Colombia, los perfiles de los egresados y se hará un breve resumen de su plan de estudios, indicando el porcentaje dedicado a cada una de las áreas. En la información consultada algunos de los programas están descritos en términos de créditos y otros en intensidad horaria. Dado que es necesario tener un criterio unificado para poder compararlos, se establecieron porcentajes en términos del total de la unidad utilizada por cada institución. Vale la pena anotar que el trabajo de grado y otras actividades de investigación se incorporaron como investigación, las relacionadas con control de calidad se incluyeron dentro de la química analítica y la química cuántica se incorporó a la fisicoquímica.

### 3.3.1. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES<sup>21</sup>

Éste es el programa de química de más reciente creación y comenzará a recibir estudiantes en el segundo semestre del 2005. Es el único programa con duración de ocho semestres.

El programa busca formar profesionales de la más alta calidad académica, que teniendo un profundo conocimiento de las ciencias naturales, estén en capacidad de responder a las demandas locales de aplicación de los métodos y procedimientos de química, capaces de interpretar y solucionar las necesidades propias de la profesión a través de la planeación y desarrollo de actividades de investigación básica y aplicada en las distintas áreas de la química. Así mismo, su amplia formación integral le permitirá ser un profesional con liderazgo en los procesos de evolución y desarrollo de la investigación y de la industria química colombiana. El programa de química contempla también, acorde a la misión de la Universidad de los Andes, la formación integral del profesional en química, incluyendo en su plan de estudios, dos cursos de libre elección, CLE y seis cursos pertenecientes al ciclo

<sup>21</sup> [www.uniandes.edu.co](http://www.uniandes.edu.co), enero 2005.

básico universitario, CBU. Además, completan 55 créditos en un ciclo básico, 53 en un ciclo profesional, 3 en idiomas y 3 en temas de Constitución y Democracia.

La distribución de los contenidos del programa se ilustra en la siguiente tabla, con base en un total de 139 créditos.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 12,2%	Química analítica 5,8%	Métodos de separación 2,9%	Español 2,1%
Física 11,5%	Química inorgánica 5,8%	Geoquímica 2,1%	Constitución 2,1%
Biología 2,9%	Química orgánica 5,8%	Informática 4,3%	
Química General 2,9%	Fisicoquímica 5,0%	Electivas 8,6%	
Ciclo básico Uniandes 17,3%	Bioquímica 2,9%	Investigación 2,9%	
		Macromoléculas 2,9 %	

### 3.3.2. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA<sup>22</sup>

El Programa de Química de la Universidad de Antioquia busca formar químicos capaces de identificar los problemas que deben investigarse y llevar a cabo investigaciones y trabajos interdisciplinarios para resolver los problemas planteados. Además, formar profesionales capaces de crear, interpretar, analizar y asimilar tecnología y aplicarla dentro de los medios socioeconómico y ecológico colombiano.

El egresado de la Universidad de Antioquia puede desempeñarse como:

- Administrador de control de calidad, planeando, manejando y desarrollando programas de diferente tipo en esta área.
- Programador y director de producción química, controlando, optimizando y formulando procesos que lleven a un desarrollo programático de nuevos productos.
- Mercadotecnista y asesor técnico comercial para la selección adecuada de materias primas, reactivos analíticos, equipos de laboratorio y de proceso por parte de los clientes, además de manejar información y desarrollar investigaciones del área técnica de mercados.
- Investigador, planeando y desarrollando investigaciones en todas las áreas de la química, tanto pura como aplicada.
- Docente universitario y de secundaria.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 291 horas semanales.

<sup>22</sup> [www.matematicas.udea.edu.co](http://www.matematicas.udea.edu.co), enero 2005.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 9,6%	Química analítica 16,5%	Estadística 1,4%	Lengua materna 1,4%
Física 7,2%	Química inorgánica 6,5%	Electrónica 2,4%	Formación ciudadana y constitucional 1,0%
Biología 2,4%	Química orgánica 12,4%	Química industrial 3,8%	Ética 0,7%
Química General 4,5%	Fisicoquímica 7,6%	Productos naturales 2,1%	
	Bioquímica 2,7%	Ecología 2,4%	
		Electivas 2,7%	
		Administración 1,4%	
		Investigación 11,3%	

### 3.3.3. UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 249 horas semanales.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 8,4%	Química analítica 10,0%	Estadística 2,0%	Humanidades 4,0%
Física 5,6%	Química inorgánica 5,2%	Diseño de experimentos 0,8%	
Biología 2,8%	Química orgánica 10,4%	Química industrial 2,4%	
Química General 5,6%	Fisicoquímica 6,4%	Informática 1,2%	
	Bioquímica 2,4%	Química forense 2,4%	
		Electivas 8,0%	
		Química ambiental 2,4%	
		Biotecnología 2,4%	
		Práctica profesional 4,8%	
		Investigación 12,8%	

### 3.3.4. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA<sup>23</sup>

El Programa de Química posee áreas científicas y tecnológicas que conducen a formar un profesional químico con los conocimientos teóricos y metodológicos para:

- La investigación, diseño, elaboración, desarrollo, producción y control de productos químicos, nuevos materiales, productos biológicos, así como de las materias primas de origen vegetal y/o mineral que se requieran para la obtención de los mismos.
- La organización, dirección, control y planificación de programas de investigación al igual que la obtención, evaluación y producción de materiales químicos.
- Ejercer la enseñanza de la química en la universidad e institutos de educación superior.

<sup>23</sup> [www.unicartagena.edu.co](http://www.unicartagena.edu.co), enero 2005.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla. Los porcentajes fueron proporcionados por la directora del programa.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 10,2%	Química analítica 11,2%	Informática	Inglés
Física 7,1%	Química inorgánica 8,1%	Estadística	Humanidades
Biología	Química orgánica 10,1%	Química Industrial	Ética
Química General 6,1%	Fisicoquímica 9,7%	Salud ocupacional	
	Bioquímica 2,0%	Administración	
		Investigación	

### 3.3.5. UNIVERSIDAD DEL CAUCA<sup>24</sup>

El Programa de Química permite adquirir los conocimientos necesarios en el orden científico y tecnológico, generar capacidad de investigación y de aplicación de los conceptos teóricos y prácticos al desarrollo de la industria y el campo.

El profesional en química estará en capacidad de:

- Emplear los conocimientos de su formación profesional para afrontar diferentes retos y aplicarlos eficientemente en la solución de problemas concretos que se relacionan con el campo de las diferentes áreas de la química y proponer alternativas para el progreso socioeconómico de su área de influencia.
- Afrontar y resolver problemas teóricos y prácticos de la producción y control de calidad en insumos agrícolas e industriales, utilizando métodos químicos.
- Participar en el desarrollo de proyectos tecnológicos, investigativos y liderar procesos de formación en grupos empresariales.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 182 horas semanales. Vale la pena anotar que este total de horas no incluye las actividades Química cuántica, Química industrial, seminario y trabajo de grado, que no tienen intensidad horaria establecida.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINAR	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 6,6%	Química analítica 7,7%	Organometálica 3,8%	Técnicas de trabajo escrito 1,1%
Física 9,9%	Química inorgánica 7,7%	Agroquímica 4,4%	Humanidades 2,2%
Biología 3,3%	Química orgánica 17,6%	Química de alimentos 1,6%	Deporte 2,2%
Química General 7,7%	Fisicoquímica 12,1%	Electivas 3,3%	
	Bioquímica 8,8%	Química industrial	
		Investigación	

<sup>24</sup> [www.unicauca.edu.co](http://www.unicauca.edu.co), marzo 2004.

### 3.3.6. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA<sup>25</sup>

El programa de la Universidad de Córdoba busca formar profesionales en capacidad de.

- Contribuir mediante la aplicación de conocimientos científicos al estudio y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables de la región, para beneficio de la comunidad, provecho de la economía y el desarrollo de la nación.
- Desarrollar procesos de investigación en diferentes campos con el fin de incrementar el conocimiento científico de la química en todas sus manifestaciones.
- Evaluar problemas específicos identificando con claridad las teorías apropiadas, así como los métodos y las técnicas a aplicar que permitan llegar a soluciones reales y efectivas conforme a las exigencias existentes.
- Desarrollar ensayos y técnicas de análisis a seguir para controlar la calidad de los procedimientos de fabricación, así como la dirección técnica y asesoría en los laboratorios correspondientes.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 262 horas semanales.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 7,3%	Química analítica 13,0%	Informática 2,7%	Comunicación lingüística 1,5%
Física 4,6%	Química inorgánica 5,3%	Estadística 1,9%	Humanidades 1,2%
Química General 7,6%	Química orgánica 14,9%	Química agrícola 1,5%	
	Fisicoquímica 10,3%	Química ambiental 1,5%	
	Bioquímica 3,8%	Química industrial 1,5%	
		Administración 2,3%	
		Electivas 3,1%	
		Investigación 16,0%	

### 3.3.7. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<sup>26</sup>

El Programa de Química de la UIS busca formar profesionales capaces de:

- Identificar y resolver problemas por medio de la investigación.
- Analizar, interpretar, asimilar, aplicar y crear tecnología en el área química.
- Realizar síntesis y caracterización de compuestos químicos.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 386 créditos.

<sup>25</sup> [www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co), enero 2005.

<sup>26</sup> [dodo.uis.edu.co](http://dodo.uis.edu.co), enero 2005.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 10,4%	Química analítica 13,2%	Electrónica 2,3%	Cultura física 0,5%
Física 7,8%	Química inorgánica 6,7%	Informática 1,6%	Contexto 2,6%
Biología 2,1%	Química orgánica 8,5%	Métodos de ingeniería química 2,1%	Ética 1,6%
Química General 6,0%	Fisicoquímica 9,3%	Estequiometría 2,1%	
	Bioquímica 2,8%	Tecnología química 5,2%	
		Electivas 6,2%	
		Investigación 9,0%	

### 3.3.8. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA<sup>27</sup>

El plan de estudios actual está en vigencia desde 1989. Se encuentra organizado en etapas y en áreas, con el objeto de trabajar sobre cuerpos conceptuales y no sobre asignaturas inconexas. El programa intenta desarrollar la capacidad de los estudiantes de enfrentar de manera autónoma la resolución de problemas pertinentes a su disciplina. La mayoría de las asignaturas son teórico-prácticas, con el fin de dar una visión integrada de los conceptos. El programa ofrece un núcleo básico, constituido por las asignaturas necesarias para la formación del estudiante en la disciplina, y un componente flexible, constituido por líneas de profundización, electivas propias de la disciplina y cursos de contexto.

El programa busca preparar egresados capaces de:

- Desempeñarse en todas las ramas de la actividad profesional que la ley define para la química y de cumplir cabalmente todos los puntos dispuestos en la Ley 53 de 1975.
- Ejercer la química como una profesión intelectual, entendiendo “intelectual” en el sentido activo y positivo de alguien que reflexiona continuamente sobre lo que hace.
- Analizar los aspectos químicos de sistemas globales y de los procesos que en ellos se dan.
- Localizar, manejar y procesar la información química en diversos sistemas naturales y artificiales.
- Utilizar y proponer métodos para la producción y el control en la industria química.
- Contribuir al desarrollo de la química en el país y a la creación de una capacidad científica que permita enfrentar con éxito los problemas del desarrollo nacional.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 262 horas semanales.

<sup>27</sup> Perilla, I.C. “Autoevaluación de la Carrera de Química”, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2004.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 9,2%	Química analítica 10,3%	Química industrial 2,3%	Contexto 2,3%
Física 6,1%	Química inorgánica 6,5%	Gestión empresarial 1,6%	
Química General 8,0%	Química orgánica 13,0%	Profundización 9,2%	
	Fisicoquímica 11,5%	Electivas 3,1%	
	Bioquímica 3,1%	Investigación 13,8%	

### 3.3.9. UNIVERSIDAD DE NARIÑO<sup>28</sup>

El Programa de Química de la Universidad de Nariño aspira a formar profesionales que tengan la investigación como eje de su quehacer, orientada al desarrollo regional con el propósito de solucionar problemas del sector productivo, con criterios de sostenibilidad, con capacidad de suscribir convenios efectivos e interactuar con comunidades científicas y tecnológicas nacionales e internacionales, además de diseñar modelos teóricos y experimentales utilizando para ello las teorías de la información y su cuerpo tecnológico en la aplicación.

El programa busca preparar egresados capaces de:

- Manejar y desarrollar con propiedad el cuerpo conceptual de la ciencia química.
- Conocer la composición, estructura, propiedades y transformaciones de las sustancias químicas, en especial las de origen biológico que sean de interés industrial.
- Predecir la existencia, estructuras y propiedades de sustancias para luego aislar mediante la aplicación de técnicas analíticas y el empleo de tecnología instrumental.
- Experimentar a nivel de laboratorio y eventualmente de planta piloto, procesos de extracción, aislamiento y purificación de sustancias químicas.
- Modificar, adaptar y apropiar tecnologías necesarias para la región y el país.
- Desarrollar proyectos de investigación científica y/o aplicada al análisis y transformación de recursos naturales.
- Realizar docencia de la química a nivel media y superior.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla.

<sup>28</sup> [www.udenar.edu.co](http://www.udenar.edu.co), enero 2005.



AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas	Química analítica	Estadística	Historia social de la ciencia
Física	Química inorgánica	Instrumentación electrónica	Lectoescritura
Química General	Química orgánica	Química ambiental	Taller textos científicos
	Fisicoquímica	Microbiología	
	Bioquímica	Tecnología química	
		Profundización	
		Seguridad industrial	
		Administración	

### 3.3.10. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA<sup>29</sup>

El Programa de Química se creó para fortalecer la investigación básica que soporte los procesos de transformación científica y tecnológica de la región y del país y que sirva de instrumento para obtener nuevos recursos, metodologías, procesos y productos industriales sin menoscabar la biodiversidad.

El programa busca preparar egresados capaces de trabajar en:

- Centros de investigación públicos y privados.
- Control de calidad y desarrollo de nuevos productos en la industria química.
- Generación y desarrollo de industrias químicas.
- Investigación y docencia en universidades e instituciones de educación superior.
- Labores paralelas en el campo industrial como ventas y asesorías de procesos y productos industriales.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 216 horas semanales, sin tener en cuenta el trabajo social y el trabajo de grado.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 8,8%	Química analítica 16,7%	Estadística 1,4%	Humanidades 0,9%
Física 11,1%	Química inorgánica 7,4%	Estequiometría 1,8%	Habilidades comunicativas 0,9%
Química General 6,5%	Química orgánica 11,6%	Tecnología química 7,4%	Cátedra Faría 0,9%
Biología 3,7%	Fisicoquímica 11,1%	Electivas 4,2%	
	Bioquímica 3,7%	Investigación 1,9%	
		Trabajo social	
		Trabajo de grado	

<sup>29</sup> [www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co), enero 2005.

### 3.3.11. UNIVERSIDAD DEL QUINDIO<sup>30</sup>

El programa de la Carrera de Química estuvo inicialmente orientado al estudio de los productos vegetales, pero actualmente se han desarrollado otros grupos de investigación en áreas relacionadas con los productos naturales. El estudiante desarrolla unas actividades académicas básicas y unas actividades académicas profesionales, a través de temas de profundización, además de actividades electivas profesionales.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 170 créditos.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 6,5%	Química analítica 11,8%	Estadística 1,7%	Inglés 2,4%
Física 4,7%	Química inorgánica 5,9%	Operaciones unitarias 4,7%	Proficiencia en español 1,2%
Biología 2,4%	Química orgánica 8,8%	Fitoquímica 4,7%	Deporte 0,5%
Química General 4,7%	Fisicoquímica 6,5%	Tecnología química 2,4%	Constitución política 0,5%
	Bioquímica 2,4%	Microbiología 2,4%	Ética 0,5%
		Medio ambiente 0,5%	
		Química de alimentos 2,4%	
		Creatividad empresarial 1,2%	
		Seguridad industrial 1,2%	
		Electivas 11,8%	
		Investigación 8,2%	

### 3.3.12. UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI<sup>31</sup>

El programa busca formar profesionales en Química con capacidad para:

- Ejecutar y dirigir la investigación científica destinada a establecer nuevos hechos y principios, y a adquirir nuevos y mejores conocimientos acerca de la naturaleza, composición y propiedades de las sustancias naturales o sintéticas, como también acerca del comportamiento y de las transformaciones que dichas sustancias pueden sufrir frente a los diversos agentes físicos, químicos y bioquímicos, naturales o inducidos, las sustancias naturales o sintéticas, con excepción de los clasificados como medicamentos.
- Contribuir mediante la aplicación de la química inorgánica, de la química orgánica, química analítica, fisicoquímica, bioquímica, química agrícola, química nuclear, petroquímica, radioquímica y demás ramas de la ciencia química, al estudio del mejor uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales del país renovables y no renovables, para beneficio del hombre y para provecho de la economía y el desarrollo de la Nación.

<sup>30</sup> [www.uniquindio.edu.co](http://www.uniquindio.edu.co), enero 2005.

<sup>31</sup> [www.usc.edu.co](http://www.usc.edu.co), enero 2005, e información suministrada por la Directora del Programa.

- Aplicar los conocimientos y medios de la química al establecimiento de nuevas y mejores técnicas que puedan ser utilizadas y aprovechadas en el ejercicio de la química misma o de cualquier otra profesión.
- Llevar a cabo investigaciones puras para incrementar el conocimiento científico en el campo de la química orgánica e inorgánica, química física y química analítica. Efectuar ensayos y análisis químicos para controlar la calidad y los procedimientos de fabricación; desarrollar métodos y técnicas de análisis.
- Realizar investigaciones aplicadas y efectuar estudios para probar, elaborar y perfeccionar materiales, productos y procedimientos industriales de fabricación, así como la dirección técnica y asesoría en los laboratorios correspondientes, cuya función principal requiera el conocimiento del profesional químico con la matrícula correspondiente.
- La realización de la enseñanza de la química será ejercida preferencialmente por los profesionales químicos. Sin embargo la docencia podrá ejercerse por otros profesionales o licenciados cuyo nivel académico los faculte para ello.

Actualmente, el plan de estudios está en proceso de modificación para ofrecerlo con una duración de diez semestres. Sin embargo, el énfasis del programa no sufre mayores cambios y por lo tanto en la siguiente tabla se presenta la distribución de los contenidos, con base en un total de 206 horas semanales, el cual corresponde a la nueva propuesta .

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 4,4%	Química analítica 11,2%	Electivas complementarias 2,9%	Filosofía 1,5%
Física 7,3%	Química inorgánica 4,9%	Microbiología 2,4%	Constitución Política 1,4%
Biología 2,4%	Química orgánica 6,3%	Procesos químicos 1,4%	Sociología 1,5%
Química General 6,3%	Fisicoquímica 6,3%	Estadística 1,5%	Coyuntura y ética 1,5%
	Bioquímica 2,4%	Química ambiental 2,4%	Inglés
		Electivas 10,2%	
		Investigación 21,8%	

### 3.3.13. UNIVERSIDAD DEL VALLE<sup>32</sup>

El Programa de Química busca proporcionar un conocimiento amplio e íntegro de la Química en sus aspectos teóricos, experimentales y aplicados para la transformación de los recursos y materias primas naturales en productos indispensables para la vida diaria y el desarrollo socioeconómico del país. Por otra parte, promueve la apropiación de la ciencia y la tecnología mediante la investigación y la experimentación colectiva o individual de la materia y sus transformaciones, teniendo en cuenta la valoración y la protección del medioambiente.

El programa está organizado en dos ciclos, el de fundamentación y el de profesionalización, en el cual se incluyen algunas asignaturas electivas profesionales.

El profesional en química está en capacidad de:

<sup>32</sup> [www.univalle.edu.co](http://www.univalle.edu.co), marzo 2004.

- Realizar la síntesis, separación, purificación, caracterización, determinación de parámetros fisicoquímicos e interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo de la química básica o aplicada.
- Implementar trabajos de normalización, control de calidad y organización de laboratorios.
- Elaborar, presentar, obtener, procesar y evaluar información científico-tecnológica en el campo de la química.
- Desempeñarse con idoneidad en estudios de posgrado.

La distribución de los contenidos del plan de estudios se ilustra en la tabla, con base en un total de 202 horas semanales.

AREA DE FUNDAMENTACION CIENTIFICA	AREA DISCIPLINARIA	OTRAS AREAS DISCIPLINARES Y COMPLEMENTARIAS	AREA SOCIOHUMANISTA
Matemáticas 8,9%	Química analítica 12,4%	Electivas 11,9%	Inglés 4,9%
Física 8,2%	Química inorgánica 5,9%	Investigación 8,4%	Obligatorias de ley 4,0%
Química General 10,4%	Química orgánica 13,4%		Ética 1,0%
	Fisicoquímica 7,9%		
	Bioquímica 2,7%		

### 3.4. CONCLUSIONES

En Colombia, al igual que en el resto de países del mundo, se ofrecen diversas titulaciones que dan indicio de una orientación profesional. Sin embargo, la mayoría de las instituciones de educación superior que ofrecen carreras de química otorgan el título de Químico. En los programas de las diferentes instituciones se observa que no existe un criterio uniforme en la asignación de créditos y en líneas generales el trabajo experimental se encuentra subvalorado en este aspecto pues es notorio el bajo valor que tiene en créditos. Por esta razón, en los casos en que se disponía de la información tanto de intensidad horaria como de créditos, para los cálculos anteriores se tuvo en cuenta la intensidad horaria. En líneas generales se observa que todos los programas intentan proporcionar una formación integral en ciencias, aunque la flexibilidad de nuestros programas es bastante inferior a la observada en otros países, en el sentido de que los programas de otros países tienen como requisito menos asignaturas obligatorias y además pueden cursarse asignaturas electivas en otras áreas de las ciencias, no necesariamente en química.

Aunque la Resolución 2769 establece que las carreras de ciencias deben, como parte del área de fundamentación científica, ofrecer conocimientos en biología, química, matemáticas, física y diseño experimental, no todas ellas se encuentran en los programas de química como asignaturas. Las que son comunes a todos los programas, excluyendo el área de estudio, son matemáticas y física, en proporciones bastante variables. La biología, al menos con ese nombre, no se ofrece en las Universidades de Córdoba, Nacional, Nariño y Valle. En las demás instituciones, ocupa entre un 2,1 y un 3,3%. El diseño experimental no existe como asignatura en ninguno de los programas, aunque puede estar incorporado a la estadística o a algún curso de matemáticas.

Dentro del área disciplinaria son comunes la química analítica, la química inorgánica, la química orgánica, la fisicoquímica y la bioquímica, también en proporciones variables. La variación es menor en el área de bioquímica, cuya proporción fluctúa entre 2,4 y 3,8%, exceptuando la Universidad del Cauca, donde ocupa el 8,8% del plan de estudios. Los anteriores nombres corresponden a la clasificación tradicional de las más importantes áreas de la química y por lo tanto se propone que éstas se constituyan en los componentes a evaluar en el ECAES. Se encuentran otras áreas que se ofrecen de forma obligatoria para los estudiantes de una institución determinada, pero no para todas las instituciones y son las que determinan la orientación de cada uno de los programas. Mientras que algunos hacen énfasis en áreas relacionadas con procesos industriales, otros se orientan hacia la fitoquímica y los productos naturales, o hacia la química agrícola. Algunos tienen una orientación más teórica. La parte flexible de las carreras, compuesta por las profundizaciones y electivas, presenta también una gran variación, así como también la componente investigativa, compuesta por los seminarios, investigación dirigida y el trabajo de grado. En una u otra modalidad, estos componentes se ofrecen en todas las carreras del país. La informática se ofrece a través de asignaturas en algunas instituciones, mientras que en otras su conocimiento es requisito. Las asignaturas electivas y áreas de profundización son de diversos tipos, pero como éstas son cursadas sólo por una parte de los estudiantes, consideramos que los ECAES no deben incluir preguntas relacionadas con ellas y por esa razón no se realizó la lista de los temas.

En cuanto al área sociohumanista no se encontró un componente común. Mientras que en algunas universidades se ofrecen las asignaturas obligatorias de ley, en otras los estudiantes tienen libertad de escoger sus asignaturas de humanidades o contextos. El conocimiento de una segunda lengua, inglés en el caso de química, es requisito en algunas universidades, mientras que en otras se ofrecen diversos cursos como obligatorios para todos los estudiantes.

La siguiente tabla presenta los componentes comunes para todos los programas de química en el país y el porcentaje que ocupa cada uno dentro del respectivo plan de estudios.

UNIVERSIDAD	MAT.	FISIC.	QCA. GENERAL	QCA. ANALIT	QCA. INORGAN	QCA. ORGANICA	FISCOQCA	BIOQCA.
Andes	12,2%	11,5%	2,9%	5,8%	5,8%	5,8%	5,0%	2,9%
Antioquia	9,6%	7,2%	4,5%	16,5%	6,5%	12,4%	7,6%	2,7%
Atlántico	8,4%	5,6%	5,6%	10,0%	5,2%	10,4%	6,4%	2,4%
Cartagena	10,2%	7,1%	6,1%	11,2%	8,1%	10,1%	9,7%	2,3%
Cauca	6,6%	9,9%	7,7%	7,7%	7,7%	17,6%	12,1%	8,8%
Córdoba	7,3%	4,6%	7,6%	13,0%	5,3%	14,9%	10,3%	3,8%
UIS	10,4%	7,8%	6,0%	13,2%	6,7%	8,5%	9,3%	2,8%
Nacional	9,2%	6,1%	8,0%	10,3%	6,5%	13,0%	11,5%	3,1%
Nariño								
Pamplona	8,8%	11,1%	6,5%	16,7%	7,4%	11,6%	11,1%	3,7%
Quindío	6,5%	4,7%	4,7%	11,8%	5,9%	8,8%	6,5%	2,4%
Santiago de C.	4,4%	7,3%	6,3%	11,2%	4,9%	6,3%	6,3%	2,4%
Valle	8,9%	8,2%	10,4%	12,4%	5,9%	13,4%	7,9%	2,7%

La siguiente tabla resume los componentes comunes para todos los programas de química en el país, así como los valores límites de su peso en los diversos planes de estudios.

AREA	COMPONENTE
Fundamentación científica	Matemáticas 4,4% - 12,2% Física 4,6% - 11,5% Química General 2,9% - 10,4%
Disciplinaria	Química analítica 5,8% - 16,7% Química inorgánica 4,9% - 7,7% Química orgánica 5,8% - 17,6% Fisicoquímica 5,0% - 12,1% Bioquímica 2,4% - 8,8% Otras áreas 3,9% - 25,2% Flexible 2,7% - 12,3% Investigación 2,9% - 16,0%
Sociohumanista	Inglés y Humanidades 2,7% - 9,9%

#### 4. EVALUACIONES SIMILARES A ECAES A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

A nivel estatal, únicamente se encontraron dos países en los cuales se realizan exámenes de cobertura nacional que evalúan a los estudiantes próximos a obtener su título profesional, que son Méjico y Brasil. En Puerto Rico es requisito indispensable la presentación de un examen de reválida para la práctica profesional, administrado por la Junta Examinadora de Químicos de Puerto Rico<sup>33</sup>, sin embargo este examen tiene una connotación diferente a la de los ECAES, por lo tanto a continuación se describirán brevemente las pruebas de Méjico y Brasil, por ser las que tienen objetivos similares a los ECAES en Colombia.

##### 4.1. MÉJICO<sup>34</sup>

En Méjico el examen (EGEL-Q) es elaborado bajo la coordinación del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval), por un consejo técnico integrado por representantes de aproximadamente 16 instituciones de educación superior, las cuales son las responsables de la formación del mayor número de químicos en el país. La prueba evalúa el nivel de conocimientos, habilidades y destrezas académicas de los egresados del área de Química, es decir, cubre los títulos de la Licenciatura en Química, Química, Química Agronómica, Química en alimentos y demás carreras afines. La presentación del examen es voluntaria y no condiciona la expedición del título ni de la cédula profesional.

El examen consta de 220 preguntas de opción múltiple y evalúa resultados de aprendizaje. Se aplica en dos sesiones de cuatro horas cada una. Su diseño se basa en el Perfil

<sup>33</sup> [www.estado.gobierno.pr/quimicos.htm](http://www.estado.gobierno.pr/quimicos.htm), enero 2005.

<sup>34</sup> [www.ceneval.edu.mx](http://www.ceneval.edu.mx), enero 2005.

Referencial de Validez, establecido por un comité representativo de las instituciones públicas y privadas que ofrecen la licenciatura en Química. Incluye las siguientes áreas:

Ciencias básicas:	Matemáticas	5,5%
	Física	5,5%
	Química General	11,0%
Ciencias químicas:	Química Analítica	12,7%
	Fisicoquímica	12,7%
	Química Inorgánica	12,7%
Química aplicada:	Química Orgánica	12,7%
	Química Ambiental	5,5%
	Muestreo y Control de Calidad	5,5%
	Bioquímica	5,5%
	Química Analítica Instrumental	5,5%
	Química y Sociedad	5,5%

El examen evalúa los siguientes parámetros, aunque no en todas las áreas:

Conocimiento  
Comprensión  
Aplicación  
Análisis  
Síntesis  
Evaluación

#### 4.2. BRASIL<sup>35</sup>

En Brasil el Examen Nacional de Cursos (ENC-Provã) es aplicado por el Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Anísio Teixeira, adscrito al Ministerio de Educación. El examen tiene como objetivo evaluar las habilidades y los conocimientos necesarios para el ejercicio de la profesión y de la ciudadanía. Toma como referencia el perfil de un profesional con formación técnico-científica en química y humanística, su ética y responsabilidad social, la visión crítica de los problemas y la conciencia de la importancia de su papel en la sociedad y de su responsabilidad con el medio ambiente, iniciativa, creatividad, liderazgo y espíritu emprendedor, así como su capacidad de trabajar en equipo. Se aplica a los graduandos del Bachelor, de la Licenciatura y del área tecnológica.

Las competencias y habilidades evaluadas son:

Habilidades generales:

- Organizar, expresar y comunicar su pensamiento.
- Utilizar razonamiento lógico y crítico en la identificación y solución de problemas.
- Reflexionar y argumentar.
- Manejar situaciones nuevas.
- Observar, interpretar y analizar datos e información.
- Utilizar recursos técnicos y científicos para el ejercicio profesional.

<sup>35</sup> [www.inep.gov.br/superior/provao](http://www.inep.gov.br/superior/provao), enero 2005.

- Leer críticamente la literatura técnica.

#### Habilidades específicas:

- Aplicar los conocimientos de los fundamentos básicos en química en la resolución de situaciones problema.
- Aplicar conceptos fundamentales y técnicas en la planeación y ejecución de experimentos.
- Operar equipos y manipular reactivos y residuos químicos, con seguridad, en el laboratorio y en la industria.
- Adaptar, desarrollar y utilizar métodos pedagógicos en su ambiente de trabajo.
- Aplicar principios, conceptos y procedimientos de gestión y administración en el ejercicio profesional.
- Buscar y organizar la información necesaria para plantear matemáticamente un problema y proponer soluciones.
- Evaluar los riesgos y beneficios de la aplicación de la química en cuestiones ambientales y sociales.
- Interpretar textos técnicos en lenguas extranjeras.

La prueba consta de 40 preguntas de selección múltiple comunes a todos los estudiantes sobre contenidos generales; tres preguntas abiertas sobre contenidos específicos, distintas para las diferentes carreras. Es elaborada por una comisión de docentes de diversas instituciones de educación superior. Como parte del examen se envía previamente a los estudiantes un cuestionario, el cual le permite expresar sus opiniones acerca de diversos aspectos de su carrera como la organización curricular, la práctica pedagógica, la calidad del personal docente, la adecuación de las instalaciones físicas, actividades extracurriculares, etc.

## 5. OBJETO DE ESTUDIO

Como resultado de la anterior revisión, puede decirse que el objeto de estudio de la química es el conocimiento de la materia desde el punto de vista químico, tanto natural como sintética, de sus propiedades tanto macroscópicas como microscópicas y de sus transformaciones. Para esto el químico debe conocer y manejar los procesos científicos y tecnológicos desde el punto de vista teórico y experimental, con el objeto de que pueda interpretar fenómenos y plantear soluciones a los problemas relacionados con su campo de formación, de una manera responsable con el medio ambiente y que permita mejorar la calidad de vida de la comunidad, con creatividad, independencia y sentido ético. Debe además analizar, interpretar, asimilar, aplicar y crear tecnología en el área de la química.

## 6. ESPECIFICACIONES DE PRUEBA

Los componentes comunes a los programas de química en el país deben servir de base para la estructuración de los ECAES por cuanto corresponden a los que deben evaluarse. En el taller realizado en noviembre en la Universidad Industrial de Santander, los profesores responsables de las carreras de química de las instituciones miembros de ACOFACIEN acordamos que la Química General involucra temas de todos los componentes del área



disciplinaria o al menos de la mayoría de ellos y por lo tanto se veía más conveniente incorporarlo dentro de estos últimos. En este orden de ideas, el promedio ponderado de los diferentes componentes, agregando el correspondiente a Química General en la misma proporción a los cinco componentes del área disciplinaria se muestra en la siguiente tabla:

AREA	COMPONENTE
Fundamentación científica	Matemáticas 8,5% Física 7,6%
Disciplinaria	Química analítica 12,9% Química inorgánica 7,6% Química orgánica 12,4% Fisicoquímica 9,9% Bioquímica 4,6% Otras áreas 11,8% Flexible 7,7% Investigación 10,6 %
Sociohumanista	Inglés y Humanidades 4,6 %

En el taller celebrado entre el 14 y el 16 de febrero de 2005, al cual asistieron representantes de todas las carreras de Química en el país se llegó al consenso de no evaluar biología en la primera versión del examen pues aunque en la Resolución 2769 aparece como obligatoria, no todos los programas la tienen dentro de sus currículos.

Dentro de los componentes a evaluar, es obvio que el componente flexible no puede evaluarse en el ECAES puesto que no es compartido por todos los estudiantes. En cuanto al componente de investigación, su evaluación debe hacerse en forma transversal a través de las diferentes competencias a evaluar.

En el taller mencionado igualmente se llegó a la conclusión de que el área de fundamentación científica debe evaluarse en forma transversal, involucrándola dentro de los componentes del área disciplinaria. En la misma forma, dado el peso que la bioquímica tiene dentro de los planes de estudio, no se consideró conveniente evaluarla como componente separado por cuanto al hacer 20 preguntas de este tema, aumentaría demasiado su peso relativo con respecto al que tiene en los programas académicos.

Por otra parte, no se encuentran componentes comunes dentro del área socio-humanista, por lo cual tampoco será evaluada como componente separado.

### 6.1. COMPETENCIAS A EVALUAR EN EL ECAES DE QUÍMICA

Específicamente en la prueba de Química, se evaluarán las competencias para interpretar, argumentar y proponer, en el contexto de diferentes situaciones propias de la química. Es importante anotar que el desarrollo de estas competencias exige la apropiación de los conceptos y teorías de la química.

**Comentario [I2]:** Sugiero reubicar este texto que señalo en amarillo, en el apartado 6 Especificaciones de prueba, ya que es allí donde se explicitan los acuerdos a que se llegó y los 8 componentes definidos así como sus pesos.

**Competencias interpretativas:**

Esta competencia permite comprender el sentido de un texto, de un problema, de la simbología química o de información gráfica o esquemática, entre otros. Esta competencia involucra acciones tales como:

- Identificar las variables involucradas en una situación problema y sus relaciones.
- Traducir información de un sistema de representación a otro (identificar el esquema ilustrativo correspondiente a una situación dada o identificar la descripción más apropiada para determinada gráfica, entre otros).
- Interpretar y usar la simbología propia de la química.
- Interpretar literatura científica.

**Competencias argumentativas:**

Esta competencia permite sustentar y explicitar las razones que dan cuenta de una decisión, de un diseño experimental, del uso de un procedimiento o de la solución a un problema. Esta competencia involucra acciones tales como:

- Fundamentar la ocurrencia de determinados fenómenos con base en planteamientos teóricos.
- Seleccionar y argumentar cuál es la información relevante para la resolución de un problema.
- Sustentar conclusiones para diferentes eventos o fenómenos, mediante el establecimiento de cadenas de relaciones entre conceptos, postulados o principios teóricos.
- Sustentar conclusiones a partir de datos o procedimientos experimentales.

**Competencias propositivas:**

Esta competencia permite reconocer elementos o relaciones no evidentes en diferentes situaciones y plantear lo que puede suceder en un sistema químico que sea sometido a transformaciones. Esta competencia involucra acciones tales como:

- Plantear o contrastar hipótesis para la resolución de problemas.
- Plantear el procedimiento o técnica más adecuada para el planeamiento y la ejecución de experimentos.
- Predecir el comportamiento de un sistema si se realizan cambios en las interacciones o en sus condiciones iniciales
- Proponer a partir de un estado final las posibles condiciones o estados precedentes.
- Establecer regularidades válidas para un conjunto de eventos aparentemente desconectados.

## 6.2. COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES

Con base en los anteriores argumentos, se propone que la estructura del ECAES involucre los componentes que se ilustran en la tabla, en la proporción ajustada al 100%.

AREA	COMPONENTE
Disciplinaria	Química analítica 16,2% Química inorgánica 7,4% Química orgánica 16,1% Fisicoquímica 13,1%

Con excepción de la Química Inorgánica, el peso relativo de los demás componentes es bastante similar, por lo que se acordó dar igual peso a todos cuatro.

Como resultado del taller, y teniendo en cuenta que no es prudente evaluar sólo cuatro componentes por cuanto no se obtendría suficiente información de los resultados, se acordó establecer dos componentes por cada una de los cuatro componentes ya mencionados.

La química es una ciencia eminentemente experimental y por lo tanto es válido considerar que el ECAES debería incluir una parte práctica; sin embargo, por tratarse de la primera vez que se aplica esta prueba, se propone evaluar este componente, así como el de investigación, en una forma transversal y a través de preguntas escritas en la misma forma que los demás componentes. Sin embargo, no se descarta que para futuras aplicaciones se incluya el componente experimental dentro de la prueba.

Como ya se había mencionado antes, el área de fundamentación científica no se evaluará en forma separada, sino a través de los componentes del área disciplinaria. Con base en el trabajo realizado en el Taller, se han establecido los componentes y subcomponentes a evaluar dentro de los componentes del área disciplinaria, como se ilustra en la tabla que se presenta a continuación. Cada uno de los componentes tendrá igual peso dentro de la prueba, equivalente a un 12,5%.

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE
Métodos clásicos de análisis	Principios del análisis químico Procedimientos del análisis químico Manejo e interpretación estadística de datos
Métodos instrumentales de análisis	Métodos espectroscópicos Métodos de separación Métodos electroquímicos
Propiedades y reactividad de compuestos inorgánicos	Estructura atómica Periodicidad Reactividad química Termodinámica Síntesis y caracterización de compuestos inorgánicos

Química Inorgánica Estructural	Teorías del enlace para elementos de grupos principales y metales de transición Geometría molecular Simetría
Química Orgánica Estructural	Estructura atómica y molecular Estereoquímica e isomería Efectos electrónicos Análisis e identificación de compuestos orgánicos
Mecanismos y reacciones en Química Orgánica	Tipos de reacciones en química orgánica Mecanismos de reacción Relaciones estructura – reactividad Procesos metabólicos
Estructura y dinámica	Mecánica cuántica Cinética de las reacciones
Equilibrio	Termodinámica Equilibrio químico y de fases Electroquímica

### 6.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES

#### 6.3.1. MÉTODOS CLÁSICOS DE ANÁLISIS

Componente	Subcomponente	Caracterización
Métodos clásicos de análisis:  Está orientado al reconocimiento y aplicación de los principios básicos de los métodos cualitativos y cuantitativos de análisis a muestras en condiciones apropiadas, así como al manejo e interpretación adecuada de los datos resultantes.	Principios del análisis químico	Expresa adecuadamente los resultados experimentales utilizando el Sistema Internacional de Unidades. Aplica los principios básicos de la identificación cualitativa de iones metálicos para el análisis de muestras desconocidas. Realiza apropiadamente cálculos estequiométricos.
	Procedimientos del análisis químico	Utiliza adecuadamente los métodos gravimétricos y volumétricos de análisis. Propone y argumenta el procedimiento más adecuado para el análisis de una sustancia.
	Manejo e interpretación estadística de datos	Lleva a cabo el manejo matemático y estadístico de los datos obtenidos con el objeto de reportar sus resultados en la forma más apropiada.

### 6.3.2. MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS

Componente	Subcomponente	Caracterización
Métodos instrumentales de análisis:  Está orientado a la selección y aplicación de la técnica instrumental más adecuada para el análisis de sustancias, según el tipo de información que requiera y las características de la muestra.	Métodos espectroscópicos	Interpreta adecuadamente un espectro infrarrojo, de resonancia magnética nuclear de $^1\text{H}$ y $^{13}\text{C}$ y de masas, para la identificación de una sustancia. Selecciona el método espectroscópico cuantitativo (UV-visible, absorción atómica, emisión atómica, fluorescencia de rayos X) más adecuado para la cuantificación de los componentes de una sustancia.
	Métodos de separación	Selecciona una técnica cuantitativa de separación (cromatografía, electroforesis) basado en los criterios de la naturaleza química de los componentes de la mezcla y de su nivel de concentración esperado y propone las condiciones para su análisis. Evalúa la calidad de una separación y decide sobre los riesgos en términos del error analítico para realizar una cuantificación.
	Métodos electroquímicos	Selecciona el método electroquímico más adecuado (voltamétrico, amperométrico, conductimétrico, coulombimétrico) para el análisis de sustancias, según el tipo de información que requiera.

### 6.3.3. PROPIEDADES Y REACTIVIDAD DE COMPUESTOS INORGÁNICOS

Componente	Subcomponente	Caracterización
Propiedades y reactividad de compuestos inorgánicos:  Está orientado al reconocimiento y aplicación de las propiedades de los elementos y compuestos inorgánicos para predecir su reactividad y proponer métodos de síntesis.	Estructura atómica	Reconoce la naturaleza y constituyentes del átomo para predecir y explicar el comportamiento de la materia. Construye la configuración electrónica de un átomo con base en principios y reglas establecidos para predecir su comportamiento y principales propiedades.
	Periodicidad	Aplica los conceptos mecano-cuánticos para relacionar la configuración electrónica de los elementos con sus propiedades y su periodicidad. Clasifica los elementos en períodos y grupos a partir de una configuración electrónica, para explicar sus propiedades.
	Reactividad química	Relaciona la estructura atómica con la reactividad química. Identifica en las reacciones químicas los conceptos involucrados (acidez-basicidad, oxidación-reducción, precipitación, etc.) para explicar la estabilidad y reactividad de los compuestos.
	Termodinámica	Utiliza los conceptos de la termodinámica involucrados en la formación del enlace químico y determina la estabilidad de un compuesto o de una especie en solución, mediante la interpretación de los diagramas apropiados.

	Síntesis y caracterización de compuestos inorgánicos	Reconoce la interacción de especies químicas en determinadas condiciones y la aplica para la síntesis de compuestos. Reconoce los conceptos básicos de las técnicas espectroscópicas de caracterización de compuestos. Utiliza y aplica adecuadamente las técnicas espectroscópicas de análisis para identificar y caracterizar sustancias.
--	--	---

### 6.3.4. QUÍMICA INORGÁNICA ESTRUCTURAL

Componente	Subcomponente	Caracterización
Química inorgánica estructural:	Teorías del enlace para elementos de grupos principales y metales de transición	Utiliza las teorías de enlace y las propiedades de los elementos para explicar la formación de compuestos. Explica las propiedades de los compuestos con base en los tipos de enlace que los forman.
Está orientada al reconocimiento y aplicación de los conceptos de enlace y estructura molecular para explicar la formación y propiedades de compuestos inorgánicos sencillos y de compuestos de coordinación.	Geometría molecular	Identifica y explica las estructuras moleculares observadas para los iones y moléculas covalentes en función de las configuraciones de la capa de valencia del átomo central con el objeto de establecer su reactividad y propiedades.
	Simetría	Aplica los conceptos básicos de simetría y teoría de grupos en la caracterización de compuestos mediante espectroscopías infrarroja y UV-visible.

### 6.3.5. QUÍMICA ORGÁNICA ESTRUCTURAL

Componente	Subcomponente	Caracterización
Química orgánica estructural:	Estructura molecular y enlace	Utiliza las teorías de enlace para explicar la formación y propiedades de los compuestos orgánicos.
Está orientada a la comprensión	Estereoquímica e isomería	Relaciona los diferentes tipos de isomería (estructural, geométrica, óptica, estereoisomería conformacional) en moléculas orgánicas y biomoléculas con las diferencias en propiedades físicas, químicas y biológicas.

y aplicación de la relación entre la estructura y las propiedades físicas y químicas y la funcionalidad de los compuestos orgánicos y de las macromoléculas biológicas.	Efectos electrónicos	Aplica adecuadamente los efectos electrónicos, inductivos, resonancia, conjugación, hiperconjugación y fuerzas inter e intramoleculares para explicar las propiedades y reactividad de las moléculas orgánicas.
	Análisis e identificación de compuestos orgánicos	Reconoce los conceptos básicos de las técnicas espectroscópicas de caracterización de compuestos. Aplica adecuadamente los métodos de separación, purificación y análisis de compuestos orgánicos y biomoléculas. Interpreta adecuadamente la información proporcionada por las técnicas espectroscópicas en la caracterización de compuestos.

### 6.3.6. MECANISMOS Y REACCIONES EN QUÍMICA ORGÁNICA

Componente	Subcomponente	Caracterización
Mecanismos y reacciones en química orgánica:  Está orientado a la comprensión y aplicación de los mecanismos mediante los cuales ocurren las principales reacciones químicas propias de las sustancias orgánicas y biomoléculas para modificar condiciones y mejorar resultados en procesos químicos orgánicos.	Tipos de reacciones en química orgánica	Aplica los diferentes tipos de reacciones (sustitución, adición, eliminación, condensación, oxidación-reducción) para la síntesis de compuestos y la transformación de grupos funcionales.
	Mecanismos de reacción	Interpreta los mecanismos a través de los cuales suceden las reacciones químicas, con base en aspectos cinéticos y termodinámicos, para mejorar y transformar los resultados de las reacciones que involucran sustancias orgánicas y biomoléculas.
	Procesos metabólicos	Reconoce e interpreta los principales procesos metabólicos y los relaciona con los mecanismos de regulación y con los balances energéticos.

### 6.3.7. ESTRUCTURA Y DINÁMICA

Componente	Subcomponente	Caracterización
Estructura y dinámica:  Está orientado a la comprensión de la estructura de la materia y su relación con la funcionalidad de las sustancias. También a la descripción y análisis de procesos dependientes del tiempo y utilización de los parámetros fisicoquímicos para modificar las velocidades de reacción en procesos químicos.	Mecánica cuántica	A través del desarrollo histórico de la mecánica cuántica, reconoce la evolución de la teoría atómica, comprende las limitaciones de los diferentes modelos y representa y explica las propiedades estructurales de la materia con base en modelos modernos. Utiliza las interpretaciones de las funciones de onda y la información que se obtiene de ellas en la descripción de los estados de sistemas atómicos y moleculares.
	Cinética de las reacciones	Describe la evolución de las reacciones químicas mediante relaciones entre propiedades físicas (conductividad, potencial eléctrico, presión, absorptividad molar, volumen) y concentración en función del tiempo. Propone leyes de velocidad a partir de la descripción de un mecanismo de reacción. Reconoce y argumenta los resultados cinéticos y la viabilidad de las reacciones químicas a partir de las teorías de las velocidades de reacción.
	Se evaluarán conceptos y métodos de cálculo diferencial e integral y de mecánica y electromagnetismo a través de los subcomponentes anteriores.	

### 6.3.8. EQUILIBRIO

Componente	Subcomponente	Caracterización
Equilibrio:  Está orientado al examen sistemático de la secuencia de cambios de estado que conducen al equilibrio y a la comprensión de las interacciones energéticas involucradas en	Termodinámica	Predice los cambios de estado mediante el uso de las funciones termodinámicas adecuadas cuando un sistema es sometido a diferentes procesos. Interpreta y representa gráficamente procesos termodinámicos. Aplica las leyes de la termodinámica a situaciones cotidianas. Reconoce los mecanismos de transferencia de energía entre un sistema y sus alrededores. Aplica el concepto de reversibilidad y su importancia en el cálculo de los cambios de funciones termodinámicas. Utiliza los conceptos termodinámicos para determinar las condiciones de equilibrio y espontaneidad.



estas transformaciones.	Equilibrio químico y de fases	Caracteriza los estados de equilibrio termodinámico a partir del potencial químico según las restricciones impuestas a un sistema. Aplica los principios que gobiernan el equilibrio químico y el equilibrio de fases.
	Electroquímica	Utiliza el concepto de potencial electroquímico para explicar y predecir el comportamiento de procesos con transferencia de carga.
Se evaluarán conceptos y métodos de cálculo diferencial e integral y de mecánica y electromagnetismo a través de los subcomponentes anteriores.		

#### 6.4. ESTRUCTURA DE PRUEBA

En forma resumida, la siguiente tabla muestra el número de preguntas que se harán en el ECAES de Química, relacionado con los componentes y competencias a evaluar.

		COMPONENTES								TOTAL PREGUNTAS
		MÉTODOS CLÁSICOS DE ANÁLISIS	MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS	PROP. Y REACTIVIDAD DE COMPUESTOS INORG.	QCA. INORGÁNICA ESTRUCTURAL	QCA. ORGÁNICA ESTRUCTURAL	MECANISM. Y REACCIONES EN QCA. ORGÁNICA	ESTRUCTURA Y DINÁMICA	EQUILIBRIO	
COMPETENCIAS	INTERPRETATIVAS									48
	ARGUMENTATIVAS									64
	PROPOSITIVAS									48
TOTAL PREGUNTAS		20	20	20	20	20	20	20	20	160

La prueba constará únicamente de preguntas de selección múltiple con única respuesta.