



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

---

**INFORME DE AUTOEVALUACIÓN**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA -  
INGENIERÍA QUÍMICA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE BOGOTÁ**

**BOGOTÁ D. C., 27 DE ABRIL DE 2012**  
ciencia y tecnología para el país

---

Carrera 30 45-03, Centro de Atención de Estudiantes, CADE, Primer Piso  
Conmutador 57(1) 3165000 13369  
Bogotá Colombia, Suramérica





**Rector General**

Moisés Wasserman Lerner

**Vicerrector de Sede Bogotá**

Julio Estebán Colmenares Montañez

**Director Programas Curriculares de Posgrado**

Edgar Daza

**Decano Facultad de Ingeniería**

Diego Fernando Hernández Losada

**Vicedecano Académico Facultad de Ingeniería**

Gerardo Rodríguez Niño

**Vicedecana de Investigación**

Yoan Pinzón Ardila

**Director Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental**

José Herney Ramírez Franco

**Director Departamento de Ingeniería Química y Ambiental**

Jairo Ernesto Perilla Perilla

**Coordinador Curricular Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química**

Mario Enrique Velásquez Lozano

**Jefe Laboratorio de Ingeniería Química**

Luis Alejandro Boyacá Mendivelso

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
1. Descripción de la evolución del programa.....	7
2. Análisis del Factor 1: Relación entre el programa y el Proyecto Educativo Institucional (PEI).....	9
2.1 Cumplimiento de los objetivos del programa y su coherencia con la misión y visión de la Universidad.....	9
2.2 Preguntas de análisis.....	10
2.3 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 1.....	12
3. Análisis del Factor 2: Estudiantes.....	13
3.1 Perfil al momento de su ingreso.....	13
3.2 Permanencia y desempeño de los estudiantes en el desarrollo del programa.....	14
3.3 Perfil de egreso.....	17
3.4 Preguntas de análisis.....	18
3.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 2.....	19
4. Análisis del Factor 3: Profesores.....	20
4.1 Perfil de los profesores.....	20
4.2 Desempeño de los profesores del programa.....	24
4.3 Actualización pedagógica.....	28
4.4 Preguntas de análisis.....	30
4.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 3.....	31
5. Análisis del Factor 4: Procesos académicos.....	33
5.1 Formación académica y acompañamiento estudiantil.....	33
5.2 Procesos académicos.....	34
5.3 Evaluación permanente y seguimiento del programa.....	36
5.4 Preguntas de análisis.....	38
5.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 4.....	39
6. Análisis del Factor 5: Investigación.....	41
6.1 Articulación de la investigación con el proyecto institucional y los objetivos del programa.....	41
6.2 Estructura Investigativa.....	42
6.3 Producción científica y/o artística de los estudiantes y profesores del programa, y su impacto.....	46
6.4 Preguntas de análisis.....	47
6.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 5.....	49
7.1 Articulación de los objetivos del programa con otros programas.....	51
7.2 Relación del programa con el entorno.....	53
7.3. Relevancia e innovación de las líneas de investigación para el desarrollo del país o de la región y el avance en la disciplina.....	57
7.4 Preguntas de análisis.....	57
7.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 6.....	58

8. Análisis del factor 7: Internacionalización.....	59
8.1 Movilidad de los estudiantes y de los profesores del programa .....	59
8.2 Internacionalización del currículo.....	59
8.3 Intercambio de producción académica originado en el programa .....	61
8.4 Preguntas de análisis .....	61
8.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 7.....	62
9. Análisis del Factor 8: Bienestar y Ambiente Institucional.....	63
9.1 Apoyo institucional para el bienestar.....	63
9.2 Preguntas de análisis .....	69
9.3 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 8.....	70
10. Análisis del Factor 9: Egresados.....	71
10.1. Aportes del egresado a su entorno .....	71
10.2 Seguimiento al desempeño .....	71
10.3 Preguntas de análisis .....	73
10.4 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 9.....	73
11. Análisis del Factor 10: Recursos y Gestión.....	75
11.1 Infraestructura física.....	75
11.2 Recursos informáticos, bibliográficos y de comunicación.....	78
11.3 Fuentes de financiación y presupuesto.....	94
11.4 Gestión del programa .....	98
11.5 Preguntas de análisis .....	101
11.6 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 10.....	102
12. Conclusiones generales de la autoevaluación.....	105
12.1 <i>Relación entre el Programa y el Proyecto Educativo Institucional</i> .....	105
12.2 <i>Estudiantes</i> .....	105
12.3 <i>Profesores</i> .....	106
12.4 <i>Procesos Académicos</i> .....	106
12.5 <i>Investigación</i> .....	107
12.6 <i>Articulación con el medio</i> .....	107
12.7 <i>Internacionalización</i> .....	107
12.8 <i>Bienestar y ambiente institucional</i> .....	108
12.9 <i>Egresados</i> .....	108
12.10 <i>Infraestructura y gestión</i> .....	108
13. Plan de mejoramiento del Área Curricular y del Departamento de ingeniería Química y Ambiental.....	109





## LISTA DE TABLAS

Tabla A. Características del proceso de autoevaluación del programa de Doctorado en Ingeniería-Ingeniería Química.....	3
Tabla B. Factores del proceso de autoevaluación del Programa de Doctorado en Ingeniería-Ingeniería Química.....	4
Tabla 3.1 Evolución del número de estudiantes del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química .....	13
Tabla 3.2 Calificación de las características del factor 2: Estudiantes.....	18
Tabla 4.1 Periodos de nombramiento y tiempos mínimo y máximo de permanencia del personal académico de carrera universitaria, según Estatuto .....	22
Tabla 4.2 Profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental vinculados al Programa de Doctorado en el segundo periodo académico de 2011 .....	23
Tabla 4.3 Grupos de investigación en los que participan estudiantes y profesores del Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química .....	26
Tabla 4.4 Proyección del plan de formación doctoral del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, mostrando solamente los profesores que hacen parte del Programa de doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.....	29
Tabla 4.5 Profesores adscritos al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, que hacen parte del Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, beneficiarios de la cooperación académica con la Universidad de Illinois.....	30
Tabla 4.6 Calificación de las características del Factor 3 Profesores.....	32
Tabla 5.1 Calificación de las características del Factor 4 Procesos académicos.....	39
Tabla 6.1 Profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental vinculados al Programa de Doctorado en el segundo periodo académico de 2011 .....	46
Tabla 6.2 Calificación de las características del Factor 5: Investigación.....	50
Tabla 7.1 Órdenes de trabajo e ingresos del Laboratorio de Ingeniería Química por servicios académicos.....	56
Tabla 7.2 Calificación de las características del Factor 6: Articulación con el medio... ..	58
Tabla 8.1 Calificación de las características del Factor 7: Internacionalización.....	62
Tabla 9.1 Becas y apoyos económicos de los egresados del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química .....	67
Tabla 9.2 Apreciación de la calidad de los servicios de bienestar de la Universidad por parte de los estudiantes del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.....	68
Tabla 9.3 Apreciación de la calidad de los servicios de bienestar de la Universidad por parte de los profesores del programa de Doctorado en Ingeniería – ingeniería Química.....	68
Tabla 9.4 Apreciación de la efectividad en la divulgación de los servicios de bienestar de la Universidad por parte de los estudiantes y egresados del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, expresada como porcentaje de recepción de información.....	69

Tabla 9.5 Calificación de las características del Factor 8: Bienestar y Ambiente Institucional. ....	70
Tabla 10.1 Número de Publicaciones de los egresados del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química .....	71
Tabla 10.2 Calificación de las características del Factor 9 Egresados. ....	74
Tabla 11.1 Características del Edificio de Ciencia y Tecnología.....	77
Tabla 11.2 Algunos indicadores del Sinab, periodo 2006 – 2009.....	84
Tabla 11.3 Ficha técnica de la Biblioteca Central después de la remodelación.....	85
Tabla 11.4 Ficha técnica de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología.....	85
Tabla 11.5 Ficha técnica de la Hemeroteca Nacional Universitaria.....	85
Tabla 11.6 Algunas bases de datos del Sinab.....	86
Tabla 11.7 Salas de computadores y software disponible en la Facultad de Ingeniería.	93
Tabla 11.8 Equipos de la sala de análisis y diseño de procesos del LIQ .....	94
Tabla 11.9 Equipos sala de computadores del LIQ .....	94
Tabla 11.10 Porcentaje de aporte del estado al financiamiento de la Universidad .....	96
Tabla 11.11 Presupuesto de la Facultad de Ingeniería, en millones de pesos, y participación porcentual según fuente.....	96
Tabla 11.12 Presupuesto asignado al Área Curricular y al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, en millones de pesos y participación porcentual según rubro.	97
Tabla 11.13 Personal del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia.....	99
Tabla 11.14 Formación académica del personal docente del Departamento de Ingeniería Química de acuerdo con el título de mayor nivel, periodo 2005 a 2011. ....	100
Tabla 11.15 Apreciación del personal administrativo del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química .....	101
Tabla 11.17 Calificación de las características del Factor 10: Recursos y Gestión. ....	103
Tabla 12.1 Calificación de los factores del proceso de autoevaluación del programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química .....	105
Tabla 13.1 Planes de mejoramiento del Departamento y del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental de la sede Bogotá .....	109

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4. 1 Distribución de las actividades académicas de los profesores del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.....	27
Figura 4. 2 Percepción del trabajo de los profesores del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química por parte de los egresados. ....	27
Figura 6. 1. Grupos de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2009.....	47
Figura 6. 2 Productos clasificados como generación de conocimiento, periodo 2000 – 2008. (♦) Artículos (■) Capítulos de libro (▲) Libros (●) Productos no patentados (□) Productos patentados .....	48



## INTRODUCCIÓN

Este documento presenta los resultados del proceso de autoevaluación del programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química, y el plan de mejoramiento del Área Curricular y del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, construido con base en los procesos de autoevaluación de los programas de pregrado en Ingeniería Química, Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química y Maestría en Ingeniería – Ingeniería Ambiental.

El programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química se creó el 12 de noviembre de 1997 por medio del Acuerdo 19 del Consejo Académico (CA), que autorizó el área de Ingeniería Química, como Área del programa de Doctorado en Ingeniería, en la Facultad de Ingeniería de la Sede Bogotá. A la fecha de elaboración de este informe se ha otorgado el título de Doctor a 17 profesionales.

Aunque es la primera autoevaluación formal, cabe anotar que dentro del proceso de reforma de los programas curriculares de la Universidad Nacional, realizada entre los años 2007 y 2009, se había hecho una evaluación que tuvo como resultado la modificación del plan de estudios y de las líneas de investigación consignadas en el Acuerdo 221 del 28 de noviembre de 2008. El programa hace parte del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental, que además es responsable de los programas de Ingeniería Química, Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química y Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental, con los que comparte profesores, recursos físicos y financieros y, en algunos casos, asignaturas y estudiantes.

La autoevaluación hace parte del proyecto denominado "Diseño y puesta en marcha del Proceso de Autoevaluación de los Programas de la Universidad Nacional con miras a la Acreditación de Alta Calidad", coordinado por la Dirección Nacional de Programas de Posgrado de la Vicerrectoría Académica de la Universidad Nacional, que se basó en el modelo resultante de una experiencia piloto realizada entre 2009 y 2010. El modelo, estructurado en común con el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), se compone de 10 factores, 28 características y 129 indicadores, los cuales, a su vez, se dividen en tres clases: documentales, estadísticos y de opinión.

Los indicadores estadísticos se construyeron con base en la información propia del Área y de Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, así como en los sistemas de información de

la Universidad; los documentales, con base en resoluciones, acuerdos, actas y otras publicaciones de la Universidad.

Los indicadores de opinión se construyeron con base en los resultados de encuestas diseñadas por la Dirección Nacional de Programas de Posgrado, que se aplicaron entre noviembre de 2010 y abril de 2011 a la comunidad académica del programa, conformada por 17 estudiantes, 12 profesores y 12 egresados. En su orden, 82, 75 y 75% de estas poblaciones respondieron la encuesta. Los indicadores de opinión que consultaban a más de una población de la comunidad académica se valoraron con base en la experiencia de acreditaciones anteriores<sup>1</sup>, asignando a los profesores un factor de ponderación de 0.5 y de 0.25 a los estudiantes como a los egresados.

De los 129 indicadores definidos por la Dirección Nacional de Programas de Posgrado de la Universidad Nacional, 118 se consideraron importantes para el programa. El equipo de trabajo responsable de la autoevaluación del programa adjudicó una importancia a cada indicador, expresada como porcentaje, siendo 0% la mínima y 100% la máxima. Estos indicadores se clasifican en las 28 características que se listan en la tabla A y, a su vez, las características conforman 10 factores, presentados en la tabla B, con su respectiva ponderación. Esta última también fue definida por el equipo, para lo cual se consideró la máxima ponderación asignada por la Dirección Nacional de Programas de Posgrado. Con base en los pesos asignados a factores e indicadores, se calculó la ponderación de cada característica, teniendo en cuenta que los indicadores estadísticos y documentales tienen una ponderación del 40% cada uno, y los de opinión 20%.

El proceso de autoevaluación se inició en octubre de 2010 con la conformación del equipo de trabajo, integrado por los miembros del Comité Asesor de los Posgrados del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental y por profesores y estudiantes que realizaron labores de coordinación, recolección de información, ponderación de factores y características, calificación de indicadores y elaboración del documento.

---

<sup>1</sup> Acreditación del programa de Ingeniería Química de la Convocatoria de Acreditación Regional de Carreras Universitarias del Mercosur, ARCU-SUR 2009.

**Tabla A. Características del proceso de autoevaluación del programa de Doctorado en Ingeniería-Ingeniería Química.**

<b>Factor asociado</b>	<b>Característica</b>	<b>Ponderación</b>
1	Cumplimiento de los objetivos del programa y su coherencia con la misión y visión de la Universidad	8
2	Perfil de los estudiantes al momento de su ingreso	2
2	Permanencia y desempeño de los estudiantes en el desarrollo del programa	4
2	Perfil de los graduados	4
3	Perfil de los profesores	4
3	Desempeño de los profesores en el programa	6
3	Actualización pedagógica y académica	2
4	Formación académica y acompañamiento estudiantil	4
4	Procesos pedagógicos	1
4	Flexibilidad del currículo	2
4	Evaluación y mejoramiento permanente del programa	3
5	Articulación de la investigación o la creación artística con el proyecto institucional y los objetivos del programa	4
5	Estructura investigativa (grupos, líneas de investigación y creación artística, proyectos, recursos que sustentan el programa)	4
5	Producción científica y/o artística de los estudiantes y profesores del programa, y su impacto	4
6	Articulación de los objetivos del programa con otros programas	2
6	Relación del programa con el entorno	4
6	Relevancia e innovación de las líneas de investigación para el desarrollo del país o de la región y el avance en la disciplina	4
7	Movilidad de estudiantes y profesores del programa	4
7	Internacionalización del currículo	2
7	Intercambio de producción académica originado en el programa	4
8	Apoyo institucional para el bienestar	4
8	Divulgación de los servicios de bienestar a estudiantes y profesores del programa	4
9	Aportes del egresado a su entorno	5
9	Seguimiento al desempeño	5
10	Infraestructura física	3
10	Recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación	3
10	Fuentes de financiación y presupuesto	3
10	Gestión del programa	1

**Tabla B. Factores del proceso de autoevaluación del Programa de Doctorado en Ingeniería-Ingeniería Química.**

<b>Identificación</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Factor</b>
1	8	Relación entre el Programa y el Proyecto Educativo Institucional
2	10	Estudiantes
3	12	Profesores
4	10	Procesos académicos
5	12	Investigación
6	10	Articulación con el medio
7	10	Internacionalización
8	8	Bienestar y ambiente institucional
9	10	Egresados
10	10	Recursos y Gestión

A continuación se relacionan los integrantes del equipo de autoevaluación de los programas de posgrado del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental:

Paulo César Narváez Rincón, Director del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental hasta el 31 de enero de 2012.

Mario Enrique Velásquez Lozano, Coordinador de los programas de Doctorado y Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química.

José Herney Ramírez Franco, Coordinador del programa de Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental y Director del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental desde el 1 de febrero de 2012.

Rodrigo Jiménez Pizarro, profesor del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, miembro del Comité de los Programas del Área Curricular de ingeniería Química y Ambiental.

Juan Carlos Serrato Bermúdez, profesor del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Coordinador de la autoevaluación de la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química.

Néstor Yezid Rojas Roa, profesor del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Coordinador de la autoevaluación de la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental.

Pedro Janer Bejarano Jiménez, profesor integrante del Comité Asesor del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

Daniel Mauricio Ramírez Landínez y Adriana Suesca Díaz, monitores de la autoevaluación de la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química.

Andrea del Pilar Gómez Hernández y Óscar Ángel Rodríguez, monitores de la autoevaluación de la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental

Conformado el equipo, avanzó la fase de recolección y validación de información, que tomó aproximadamente 10 meses. Como se mencionó, para esta tarea se consideraron, entre otros, los diferentes sistemas de información de la Universidad: Sistema de Información Académica (SIA), Sistema de Información de Talento Humano (SARA), Sistema de Información de la Investigación (HERMES) y Sistema de Información Financiero (QUIPU), las bases de datos del Área y del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental y la red ScienTi de Colciencias.

Posteriormente, la Dirección Nacional de Programas de Posgrado procesó y sistematizó los indicadores, los cuales fueron sometidos al análisis y la calificación del equipo de trabajo. Para esta última fue necesario ponderar los factores, las características y los indicadores de acuerdo con su importancia para el programa. La ponderación, realizada en un taller en el que participaron los tres Coordinadores de autoevaluación de los programas del Área, fue validada por el Comité Asesor. Más adelante, las calificaciones otorgadas se pusieron en consideración de la comunidad académica del programa. Finalmente, se definió el plan de mejoramiento que complementa esta autoevaluación.

El resultado del proceso descrito es este Documento de Autoevaluación, que incluye los diez factores que caracterizan el programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química, de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.



## **1. Descripción de la evolución del programa**

El programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia fue aprobado por el Acuerdo 15 del Consejo Académico (11 y 12 de octubre de 1991). Posteriormente, se autorizó el área de Ingeniería Química en la Facultad de Ingeniería de la Sede Bogotá, como parte del programa de Doctorado en Ingeniería, teniendo en cuenta que —como establece el Acuerdo 019 del 12 de noviembre 1997, del Consejo Académico—,

la industria de procesos químicos ha mantenido una dinámica de crecimiento sostenido en los últimos años, que requiere de la investigación en el área de la ingeniería química para lograr el desarrollo de procesos más eficientes, técnica, económica y ambientalmente; y que la ingeniería nacional y, en este caso, la ingeniería química, debe agregar valor a la producción para que el país amplíe su nivel de participación en el mercado internacional con productos en los que se haya incorporado conocimiento, y que en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, Sede Bogotá, existe proyectos de investigación en desarrollo y grupos consolidados de investigadores, algunos de carácter interdisciplinario, y recursos humanos, físicos y financieros propios y provenientes de otras unidades académicas e investigativas de la Sede y externas a la Universidad, que permiten la inclusión del área de Ingeniería Química en el programa de Doctorado en Ingeniería.

En el mismo Acuerdo 019 se plantea que, inicialmente, el Área de Ingeniería Química del Doctorado en Ingeniería "se centrará en investigaciones relacionadas con los tópicos de Procesos Catalíticos, Procesos de Polimerización, Ingeniería y Diseño de Reactores, Ingeniería Bioquímica y Procesamiento de Carbones".

En 1999 se iniciaron las labores académicas con cuatro estudiantes, de los cuales tres finalizaron el programa, otorgándose en 2004 el primer título de doctor al ingeniero químico José de Jesús Díaz Velásquez.

Entre 2007 y 2008 se realizó la reforma del programa, con el fin de adecuarlo a los lineamientos básicos de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia establecidos en el Acuerdo 033 de 2007. El nuevo plan de estudios fue aprobado por el Acuerdo 221 del 28 de noviembre de 2008, del Consejo Académico. Allí se establecieron los objetivos de formación, el número total de créditos del programa y su distribución entre actividades académicas (115 créditos) y asignaturas elegibles (20 créditos). Por otra parte, en la Resolución 193 de 2009, del Consejo de la Facultad de Ingeniería, se definieron las siguientes líneas de profundización:

- Procesos catalíticos
- Procesos de polimerización
- Bioprocesos
- Biocombustibles y biorrefinerías

Estas líneas están directamente relacionadas con los temas objeto de investigaciones por parte de los profesores del programa, que en su mayoría pertenecieron o pertenecen a la planta docente del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

Como se planteó, a la fecha de elaboración de este informe se ha otorgado el título a 17 profesionales, cuatro de ellos en co-tutela con universidades de Francia.

## **2. Análisis del Factor 1: Relación entre el programa y el Proyecto Educativo Institucional (PEI)**

### **2.1 Cumplimiento de los objetivos del programa y su coherencia con la misión y visión de la Universidad.**

El Acuerdo 033 del Consejo Superior Universitario (CSU) corresponde al Proyecto Educativo Institucional. En él se establecen los lineamientos básicos del proceso de formación de estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, Institución que

propende por la formación de ciudadanos libres con valores democráticos, de tolerancia y de compromiso con los deberes civiles y los derechos humanos. La Universidad contribuirá a la Unidad Nacional, en su condición de centro de la vida intelectual y cultural abierto a todas las corrientes de pensamiento, mediante la libertad de cátedra, y a todos los sectores sociales, étnicos, regionales y locales; estudiará y enriquecerá el patrimonio cultural, natural y ambiental de la Nación y contribuirá a su conservación. Estudiará y analizará los problemas nacionales y propondrá, con independencia, formulaciones y soluciones pertinentes. Hará partícipe de los beneficios de su actividad académica e investigativa a los sectores sociales que conforman la nación colombiana. Prestará apoyo y asesoría al Estado en los órdenes científico y tecnológico, cultural y artístico, con su autonomía académica e investigativa.

Además, en el Acuerdo 033 se plantea que para alcanzar los fines identificados, los procesos de formación de los estudiantes, a través de sus programas curriculares, se rigen por los siguientes principios<sup>2</sup>:

- Excelencia Académica
- Formación Integral
- Contextualización
- Internacionalización
- Formación Investigativa
- Interdisciplinariedad
- Flexibilidad
- Gestión para el Mejoramiento Académico

Con base en lo anterior, se formularon los objetivos del programa, que son:

---

<sup>2</sup> Ibidem.

- Formar investigadores autónomos del más alto nivel, con capacidad de proponer, dirigir y realizar investigaciones que conduzcan a la generación de nuevo conocimiento en el área de Ingeniería Química.
- Estudiar el patrimonio natural y ambiental de la nación y contribuir a su valorización y conservación.
- Estudiar y analizar los problemas nacionales relacionados con la industria química y proponer, con independencia, las soluciones pertinentes.
- Hacer partícipe de los beneficios de la actividad académica e investigativa a los sectores sociales que conforman la nación colombiana, especialmente a todos aquellos que se relacionan o se ven afectados por las actividades propias de la industria química.
- Prestar apoyo y asesoría al Estado en los órdenes científico y tecnológico relacionados con el sector de la industria química, conservando su autonomía académica e investigativa.

De acuerdo con la comunidad académica del programa, consultada a través de encuestas, existe total coherencia entre el PEI y los objetivos del programa, los cuales se cumplen a cabalidad.

## **2.2 Preguntas de análisis**

### **¿Qué aspectos favorecen o afectan el cumplimiento de los objetivos de formación del programa y su coherencia con el Proyecto Educativo Institucional?**

La coherencia y el cumplimiento se ven favorecidos por el compromiso de los profesores con la formación de profesionales del más alto nivel y, por su puesto, por el compromiso de los estudiantes con su propia formación como investigadores. Además, uno de los propósitos del reciente proceso de reforma del programa, desarrollado entre 2007 y 2008, consistió en adecuarlo a los lineamientos del Proyecto Educativo Institucional (Acuerdo 033 del CSU). Ello explica la coherencia que percibe la comunidad académica del programa, mencionada en el numeral anterior.

Otro factor que favorece el cumplimiento de los objetivos del programa es su inserción institucional y el ambiente académico en el que se desarrolla. La Universidad Nacional de

Colombia ofrece 331 programas de posgrado, distribuidos así: 115 especializaciones, 38 especialidades médicas, 132 maestrías y 46 doctorados. La sede Bogotá, por su parte, ofrece 218 programas de posgrado: 62 especializaciones, 38 especialidades médicas, 90 maestrías y 28 doctorados. La Facultad de Ingeniería, en particular, ofrece 23 programas de posgrado: 4 especializaciones, 14 maestrías y 5 doctorados. El Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental, además del programa bajo análisis, ofrece 2 programas de maestría.

A 2009, 67.2% de los programas de doctorado y 43.0% de los programas de maestría ofrecidos por el Sistema de Educación Superior del país son responsabilidad de la Universidad Nacional de Colombia.

En la Universidad Nacional de Colombia 77.3% de los profesores de planta son de tiempo completo o dedicación exclusiva, 76.7% en la sede Bogotá, 71.2% en la Facultad de Ingeniería y 88.1% en el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Por otra parte, 30.5% de los profesores de planta de la Universidad Nacional tiene título de Doctor; en la sede Bogotá 30.3% y en la Facultad de Ingeniería 27.6%. A la fecha, de los 40 docentes que conforman la planta del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental (al que pertenece la mayoría de los profesores del programa), 3 tienen título de pregrado (7.5%), 2 de especialista (5%), 17 de maestría (42.5%) y 16 de doctorado (40%), de acuerdo con el máximo nivel de formación.

Por otra parte, la Universidad Nacional de Colombia es la institución de educación superior del país con la planta física más grande: cerca de 2.5 millones de m<sup>2</sup>, distribuidos en sus siete sedes. De los 606,241 m<sup>2</sup> construidos para actividades académicas, 398,173 (67.7%) están ubicados en la sede Bogotá. Posee, además, excelentes sistemas de apoyo académico, como bibliotecas, laboratorios y recursos informáticos.

La Universidad Nacional de Colombia cuenta con una colección bibliográfica constituida por cerca de 1,500,000 volúmenes, 1,119,552 de los cuales corresponde a la sede Bogotá. Para brindar atención adecuada a todos los estudiantes y profesores de la Universidad Nacional en sus diferentes sedes, el Sistema Nacional de Bibliotecas (Sinab) cuenta con veintidós (22) bibliotecas plenamente dotadas; nueve (9) funcionan en edificios exclusivos y las trece (13) restantes están ubicadas en diferentes Facultades e Institutos.

La Biblioteca de Ciencia y Tecnología, ubicada en el moderno edificio que lleva el mismo nombre, tiene un área de 2,500 m<sup>2</sup> y reúne las colecciones de las antiguas Bibliotecas de Biología, Instituto de Ciencias Naturales, Geología, Química y Farmacia, Matemáticas, Física y Estadística, Ingeniería y, temporalmente, Ciencias Económicas. Tiene 80,000 volúmenes,

capacidad para más de 500 usuarios simultáneos, 448 puestos de lectura y 295 puntos de consulta electrónica.

Cuenta, además, con 646 laboratorios, 480 de los cuales están ubicados en la Sede Bogotá y 72 en la Facultad de Ingeniería. En la sede Bogotá, 49% del tiempo de utilización de los laboratorios corresponde a funciones de docencia, 38% a funciones de investigación y 13% de extensión. El programa se desarrolla en su mayoría, en el Laboratorio de Ingeniería Química, que cuenta con 3200 m<sup>2</sup> construidos, 7 laboratorios y 2 salas de cómputo.

### **2.3 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 1**

Como muestra la tabla A, este factor solo tiene una característica asociada y tres indicadores, dos de ellos documentales y uno de apreciación. Los documentos están disponibles y la comunidad académica del programa percibe que hay total coherencia entre el PEI y los objetivos del programa, gracias a que este último se desarrolla en un ambiente académico diverso, maduro y comprometido con la excelencia. Por estas razones, la calificación asignada a los indicadores permite concluir que tanto la característica como el factor se cumplen 100%.

### **3. Análisis del Factor 2: Estudiantes**

#### **3.1 Perfil al momento de su ingreso**

El programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, está dirigido a profesionales, especialistas y magíster de todas las áreas del conocimiento en ingeniería, ciencias exactas, físicas y naturales, relacionadas con la Ingeniería Química, que demuestren interés o experiencia en la investigación básica y aplicada.

El Acuerdo 002 de 2011, del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, que reglamenta algunos de los asuntos concernientes a los estudiantes de posgrado, establece claramente el proceso de admisión a los programas de posgrado de la Facultad, y define en el Capítulo I los requisitos, los componentes de la evaluación y su ponderación, así como la instancia evaluadora. Uno de los requisitos, de carácter eliminatorio, es aprobar el examen de suficiencia en inglés con una nota superior a 3.5/5.0, u homologarlo a una prueba internacional reconocida.

El número de cupos del programa se define con base en el análisis de factores como la disponibilidad de profesores para dirigir tesis, la disponibilidad de equipos y laboratorios para desarrollarlas, el número de estudiantes y su permanencia en el programa. Este análisis se consigna en un documento que cuenta con la aprobación del Comités Asesor de los Programas de Posgrado del Área y del Consejo de Facultad.

Aunque la admisión es abierta a profesionales, 82% de los admitidos y matriculados durante la historia del programa tenían título de magíster, lo que sugiere que contaban con experiencia investigativa al momento del ingreso. Otros, a pesar de no tener título de posgrado, han reportado productos inherentes a este tipo de actividad.

En promedio, entre 2005-1 y 2011-2, 52% de los inscritos son admitidos, y 76% de estos se matricula. 24% de los admitidos desde 1999-1 tenía algún tipo de beca (de Colciencias o de la Universidad Nacional) en el momento del ingreso, y 51% de los matriculados eran profesores universitarios, la mayoría de la Universidad Nacional de Colombia, beneficiarios de Comisiones de Estudios remuneradas (totales o parciales), o de algún otro tipo de apoyo por parte de las instituciones educativas a las que estaban vinculados. El 7% recibe apoyo a través de proyectos de investigación, mientras que el 18% restante se financia con recursos propios.

Desde que se creó, la mayoría de los estudiantes del programa han sido egresados de la Universidad Nacional. 73% tenía título de Magíster de algún programa de esta Institución, siendo predominante la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química.

### 3.2 Permanencia y desempeño de los estudiantes en el desarrollo del programa

La tabla 3.1 presenta la evolución del número de estudiantes en la historia del programa.

**Tabla 3.1 Evolución del número de estudiantes del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química**

2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
4	4	4	8	12	13	9	11	10	15	18	16	20	20	22	20	20	17	16	17	19	13

Nota: el número de estudiantes en 1999 y 2000, es igual al de 2001.

Desde 2003, la cantidad de estudiantes ha crecido, como consecuencia del mayor número de profesores con título de doctor, y del interés de los graduados de la Maestría en Ingeniería – Ingeniería Química, por continuar su formación. Poco a poco, se ha pasado de una población de estudiantes constituida principalmente por profesores de la Universidad, a una que incluye, además, egresados de la Maestría y del pregrado en Ingeniería Química.

A manera de ejemplo, 12 de los 16 estudiantes matriculados en 2010-1 eran egresados de la Maestría en Ingeniería Química, y 7 eran profesores de la Universidad Nacional, aunque solo 3 adscritos al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. De los 12 egresados de la Maestría que son estudiantes del programa de Doctorado, cuatro son egresados del programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Las disposiciones que regulan la vida de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia se encuentran en dos Acuerdos del Consejo Superior Universitario: el Acuerdo 8 de 2008 (Disposiciones Académicas) “refleja los importantes cambios producidos por la Constitución Política de Colombia en 1991, y tiene en cuenta el avance de las relaciones entre la Universidad y la comunidad estudiantil, cuyas actuales dinámicas académicas responden a modelos flexibles en el desarrollo de los planes de estudio y en general de la vida universitaria”. Tiene dos capítulos y sesenta y dos artículos, y se aplica tanto a los estudiantes de pregrado como a los de posgrado.

El articulado del primer capítulo se refiere al proceso de formación y a la calidad de estudiante, mientras que el del segundo se enfoca en los estímulos y las distinciones.

En el primer capítulo se establecen las condiciones y normas de los siguientes aspectos de la vida académica de los estudiantes: admisión, inscripción, matrícula, cancelaciones, reservas de cupo, programación académica, evaluaciones y calificaciones, homologaciones, convalidaciones y equivalencias, traslados, rendimiento académico, pérdida de calidad de estudiante, reingreso, doble titulación y grado.

Cada estudiante realiza la inscripción semestral en conformidad con el Plan de Estudios, la oferta de asignaturas y sus intereses particulares. El rendimiento académico se determina con base en las calificaciones obtenidas en las asignaturas inscritas, ponderadas de acuerdo con el número de créditos correspondiente. La calificación otorgada, entre 0.0 y 5.0, se aproxima a la décima, por redondeo. A partir de las calificaciones ponderadas, se construyen dos indicadores de rendimiento: el Promedio Académico, que se calcula a partir de la calificación de las asignaturas aprobadas, y el Promedio Aritmético Ponderado Acumulado (PAPA), que considera la calificación definitiva de todas las asignaturas inscritas. Los estudiantes de posgrado con un PAPA superior a 3.5, conservan su calidad como tales. Las actividades académicas, como Seminarios de Investigación, Propuesta de Tesis Doctoral, Examen de Calificación y Tesis Doctoral, se califican con Aprobado o Reprobado. Los estudiantes de posgrado pierden esta condición con dos actividades académicas reprobadas. Corresponde al Director de la Tesis evaluar el desempeño del estudiante durante su desarrollo.

El Acuerdo 002 de 2011 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, regula algunos procesos para los estudiantes de posgrado, adecuándolos al Estatuto Estudiantil y al Acuerdo 033 de 2008, del CSU, en donde se reglamentan los trabajos de grado, las tesis y los exámenes de calificación. En el Acuerdo 002 mencionado se define la forma de evaluar la Propuesta de Tesis Doctoral, el Examen de Calificación y la Tesis Doctoral.

Los 17 graduados requirieron en promedio 9,4 semestres para obtener el título, es decir, un tiempo 17.5% mayor que el nominal de duración del programa, que es 8 semestres. Sin embargo, si se tienen en cuenta solamente los graduados desde 2005, esta cifra se reduce a 9.0 semestres, 12.5% mayor que el nominal. El número de estudiantes que se ha graduado en el tiempo previsto o menos es 6, es decir 33% del total. El promedio de los años requeridos para recibir el título es 4.9 (incluyendo reservas de cupo). Si se analiza por cohorte, se observa una clara tendencia a la disminución de este promedio: para la cohorte de 1999-1 el promedio fue 5.7 años, mientras que para las tres últimas, 2007-1, 2007-2 y 2008-1, los promedios son 4.75, 4.5 y 4, respectivamente.

Para reducir el tiempo de permanencia de los estudiantes se han implementado una serie de medidas, como la obligación que establece el Acuerdo 033 de 2008 del CSU, para que los estudiantes tengan aprobada su Propuesta de Tesis Doctoral antes de la cuarta matrícula, y el nombramiento como tutor, desde el primer semestre, de quien muy probablemente será el director de la tesis, lo cual mejora ostensiblemente el seguimiento que se hace a los estudiantes. Así mismo, en el Seminario de Investigación I se hace un seguimiento detallado de la evolución de la propuesta, con lo cual se ha logrado, por ejemplo, que al finalizar el segundo semestre de 2011 todos los estudiantes obligados a ello tuvieran aprobada la propuesta, que durante 2011 se hayan sustentado 6 tesis (37.5% del total) y que se prevea un número similar para el primer semestre de 2012.

Todos los matriculados en 2011-2 pertenecen a grupos de investigación que desarrollan proyectos en los cuales se enmarcan las tesis doctorales. La mayoría de estudiantes están vinculados al Grupo de Investigación en Procesos Químicos y Bioquímicos. Este ha sido el comportamiento histórico, con pequeñas variaciones.

El promedio de calificaciones, superior a 4,60 en todos los periodos, permite colegir que el desempeño académico de los estudiantes en las asignaturas cursadas es excelente.

Por otra parte, 6 estudiantes han perdido tal calidad desde que se ofrece el programa lo que equivale a 9.3% de los matriculados. De estos, 4 la perdieron en los últimos 6 años: 2 por motivos no académicos (no renovación de la matrícula en los plazos establecidos o luego de dos reservas automáticas de cupo) y 2 por motivos académicos.

En la mayoría de los casos, los estudiantes que participan en eventos académicos reciben apoyo de la Universidad a través de la Dirección del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental, la Dirección de Bienestar de la Facultad y la Dirección de Bienestar de la Sede. Durante 2010, aunque solo dos estudiantes participaron en eventos internacionales, número bajo comparado con los de años anteriores, cuatro recibieron apoyo para realizar pasantías internacionales. Entre 2005 y 2010, el número promedio anual de participaciones en eventos es 9.4. En 2011, siete estudiantes participaron en eventos académicos: cuatro internacionales y tres nacionales. En el periodo 2004 a 2010 los estudiantes del programa participaron en 161 publicaciones: 55 artículos en revistas y 102 artículos en memorias de eventos académicos. Se considera muy importante fomentar aún más la publicación de artículos en revistas.

En la historia del Programa de Doctorado se han solicitado dos patentes; una fue otorgada mediante Resolución No. 60699 de 31 de octubre de 2011 de la Superintendencia de Industria y Comercio<sup>3</sup> y la otra, producto de una tesis que finalizó en 2011, se encuentra en trámite.

64% de los estudiantes encuestados afirma que dedican más de 16 horas por semana al trabajo presencial en temas del programa y 86% al no presencial, lo que muestra con claridad la elevada exigencia del mismo.

Otro aspecto a destacar es que, según los resultados de las encuestas aplicadas, 71.4% de los egresados están vinculados laboralmente, en su mayoría a universidades.

Solo un estudiante pidió traslado del programa hacia otro. En el segundo semestre de 2011 el Comité Asesor recibió una solicitud de traslado desde el Doctorado en Agro-ecología al de Ingeniería Química, la cual fue aprobada por el Consejo de Facultad.

### **3.3 Perfil de egreso**

El perfil de egreso se define en el Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, y es:

El egresado del programa será un investigador autónomo del más alto nivel, con capacidad de proponer, dirigir y realizar investigaciones que conduzcan a la generación de nuevo conocimiento en el área de Ingeniería Química.

Se aproximará al conocimiento del patrimonio natural y ambiental de la nación. Hará adecuado usos de los recursos naturales, transformándolos para darles mayor agregado, como contribución al estudio y análisis de problemas nacionales relacionados con la industria química, de manera que las soluciones propuestas se planteen con independencia y criterio académico.

---

<sup>3</sup> A esta patente, titulada Proceso Continuo para la Producción de Alquil Ésteres de Compuestos Grasos Empleando Reactores de Película Líquida Descendente, corresponde la clasificación C07 C067/000 y su vigencia va de noviembre 6 de 2007 hasta noviembre 6 de 2027.

### **3.4 Preguntas de análisis**

**¿De qué manera logra el programa la selección rigurosa de aspirantes? ¿Qué acciones lleva a cabo su programa para que sus estudiantes obtengan el perfil propuesto de egresado en el tiempo previsto?**

El programa logra la selección rigurosa de sus aspirantes a través de un proceso de admisión definido claramente por la Institución, en donde se contemplan diferentes factores, como la experiencia, un trabajo previo con profesores del programa para aproximarse al tema de investigación, las recomendaciones de profesores, el conocimiento de un segundo idioma, la motivación para formarse como investigador y la financiación durante su permanencia en el programa. Los dos últimos factores se indagan durante una entrevista.

El programa realiza diferentes acciones para que sus egresados tengan el perfil propuesto en el tiempo previsto: las tesis, que se enmarcan dentro de proyectos de investigación, implican para el estudiante de doctorado formular una propuesta, plantear una hipótesis, realizar el trabajo necesario para comprobarla, escribir el documento correspondiente y sustentarlo ante un jurado compuesto por profesores del programa e investigadores externos, uno de los cuales debe ser extranjero. Los proyectos de tesis son sustentados ante un jurado evaluador que verifica, además, la capacidad del estudiante para abordar el tema de investigación particular mediante un examen de calificación.

Los profesores del programa fomentan tesis en las que se abordan problemas propios de la realidad nacional en el contexto de la industria química, a través de investigaciones que consideran los ámbitos nacional e internacional, y que relacionan los temas científicos con aspectos económicos, sociales, políticos y ambientales.

Así mismo, el programa estimula a sus estudiantes para que realicen una pasantía internacional, de manera que puedan ampliar su conocimiento, conocer diferentes formas de abordar los problemas, experimentar el contacto con otras culturas sociales y académicas, y comparar la situación de nuestro país con la de los países que visitan. Adicionalmente, se apoya la presentación de trabajos en eventos nacionales e internacionales, con fines similares a los de la pasantía, pero con alcances limitados dada su menor duración.

Para lograr que los estudiantes obtengan el título en el tiempo previsto, 4 años, la Universidad ha establecido un conjunto de normas que pretenden asegurar controles en varias etapas del programa, así como un mayor acompañamiento por parte de los docentes. En tal sentido, el

Comité Asesor hace seguimiento al desempeño de los estudiantes, propósito para el cual actualiza y consulta las bases de datos que diseñó para tal fin, nombra tutores desde el primer semestre (como lo establece el Reglamento Estudiantil), y revisa cada uno de los informes de avance remitidos por los directores de las tesis.

### **3.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 2**

La Universidad Nacional de Colombia tiene reglamentos estudiantiles que incluyen todos los aspectos generales que regulan la vida universitaria. “... el Estatuto General y demás normas otorgan y reglamentan la participación estudiantil en los diferentes órganos de gobierno. Se cuenta con políticas que orientan la admisión, matrícula, inducción y nivelación académica, incluyendo procesos de inducción diferenciados para los estudiantes de admisión especial<sup>4</sup>”. El perfil de quien ingrese es de conocimiento público, así como el proceso de admisión, que además es de reconocida transparencia y equidad.

Existen programas de apoyo académico y socio-económico, así como el acompañamiento de tutores, con base en un sistema diseñado con tal propósito. Sin embargo, es necesario ampliar la cobertura y mejorar el impacto sobre la población estudiantil.

Los perfiles de ingreso al programa de Doctorado y egreso del mismo están claramente definidos en el Proyecto Educativo del Programa. El proceso de admisión es público, claro y aplicado rigurosamente por los diferentes actores que intervienen. Aunque el tiempo de permanencia de los estudiantes en el programa es mayor que el nominal, las medidas adoptadas a partir de la reforma de 2008 han permitido reducirlo, tal como se planteó.

Finalmente, la tabla 3.2 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 8.9 sobre 10.

**Tabla 3.2 Calificación de las características del factor 2: Estudiantes.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Perfil al momento de su ingreso.	2	1.7
Permanencia y desempeño de los estudiantes en el desarrollo del programa.	4	3.7
Perfil de los graduados.	4	3.6

<sup>4</sup> Universidad Nacional de Colombia, Estatuto General, Acuerdo 011 de 2005.

## **4. Análisis del Factor 3: Profesores**

### **4.1 Perfil de los profesores**

La vinculación contractual del Personal Académico del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, como el de toda la Universidad Nacional de Colombia, se rige por tres Estatutos de Personal Académico: Acuerdo 045 de 1986, Acuerdo 035 de 2002 y Acuerdo 016 de 2005.

En los Estatutos se establece la modalidad de vinculación, la dedicación, la categoría, los requisitos para promoción, los incentivos, y el régimen disciplinario aplicable a cada docente, de acuerdo con su fecha de ingreso y la entrada en vigencia del Estatuto. Según la Institución, la única finalidad de permitir la coexistencia de Estatutos es garantizar que las condiciones de promoción del personal académico sean las mismas existentes al momento del ingreso a la Carrera Docente; sin embargo, cada profesor tiene la posibilidad de acogerse a un Estatuto posterior. A continuación se hace una breve descripción de algunos de los aspectos más importantes relacionados con los docentes de la Universidad.

#### **a) Modalidad de vinculación**

Los docentes de la Universidad pueden serlo en dos modalidades: de Planta y Temporales. Los primeros ingresan a la Carrera Docente mediante concurso abierto, después de haber superado el periodo de prueba y disfrutan de un periodo de estabilidad, cuya extensión depende de la clasificación que obtengan en el escalafón. La vinculación de los Docentes Temporales, en cambio, se hace por contrato, con vigencia semestral, para atender las situaciones especiales que se originan por vacancias o licencias no remuneradas de los Docentes de Planta.

#### **b) Categoría de los docentes**

La categoría está definida en el escalafón, o Carrera Docente, con base en la formación, la experiencia y la producción académica. Los Estatutos correspondientes a los Acuerdos 045 de 1986 y 035 de 2002 reconocen las categorías de Instructor y Profesor. El Instructor puede ser Asistente o Asociado, mientras que el Profesor puede ser Asistente, Asociado o Titular. El Estatuto más reciente, Acuerdo 016 de 2005, define solo la categoría de Profesor, con las denominaciones de Auxiliar, Asistente, Asociado y Titular. La condición de ganador de un concurso o la promoción y el cumplimiento de requisitos, determina su inclusión en una categoría, en la cual se mantiene mientras obtenga evaluaciones aprobatorias, cumpla el tiempo para promoción, y no exceda el tiempo máximo de permanencia. De acuerdo con la Categoría,

la inclusión en la Carrera Docente y la promoción en la misma garantizan al docente un periodo de estabilidad o duración del contrato, cuya extensión depende del Estatuto que le sea aplicable.

#### c) Dedicación de los docentes

El personal académico puede tener alguna de las siguientes dedicaciones: Exclusiva (DE), Tiempo Completo (TC), Medio Tiempo (MT) o Cátedra (DC). De acuerdo con la dedicación, se establecen compromisos de tiempo de servicio y de actividades en su Programa de Trabajo. Un docente con Dedicación Exclusiva se compromete 44 horas/semana en actividades de docencia, investigación, extensión, formación o gestión académica. No le está permitido el ejercicio académico en otra institución, salvo que existan acuerdos o convenios, caso en el cual las actividades allí realizadas forman parte de su Programa de Trabajo. Un docente de Tiempo Completo compromete 40 horas/semana en el desarrollo de actividades en las funciones mencionadas, aunque con menos restricciones para el ejercicio profesional en otras instituciones. Un docente de Medio Tiempo se compromete con 20 horas/semana y los de Cátedra realizan actividades de docencia o extensión con una intensidad que varía entre 3 y 21 horas/semana. En el Acuerdo 16, la Dedicación Cátedra tiene subdivisiones para diferenciar las horas de docencia/semana que realiza el profesor, asociando un décimo de punto de planta por cada tres horas; esto significa que se reconoce desde Cátedra 0.1 hasta Cátedra 0.7.

Si se toma como referencia un Tiempo Completo, al que se asigna el valor de 1, a las demás dedicaciones corresponden los siguientes Equivalentes de Tiempo Completo (ETC): Exclusiva, 1.2; Medio Tiempo, 0.5; Dedicación Cátedra, 0.1 a 0.7<sup>5</sup>

#### d) Renovación de nombramiento

Con base en la categoría, el periodo de estabilidad laboral de los docentes a los que les son aplicables los Acuerdos 045 ó 035 varía entre uno (1) y cinco (5) años, y entre dos (2) y siete (7) años, si les es aplicable el Acuerdo 016.

#### e) Promoción de los docentes

La promoción, forma de continuar en la Carrera Docente, requiere el cumplimiento de requisitos asociados con tiempo de servicio, formación (escolaridad) y producción académica. El tiempo mínimo en una categoría, que se presenta en la tabla 4.1, es requisito de promoción a la siguiente categoría únicamente para los docentes vinculados por el Acuerdo 16 de 2005 o que se han acogido al mismo; otro tanto sucede con la restricción de tiempo máximo de permanencia en las categorías Profesor Auxiliar y Profesor Asistente. En los Estatutos anteriores (Acuerdos

---

<sup>5</sup> El número que acompaña la Dedicación Cátedra (Cátedra 3, Cátedra 4, por ejemplo), se obtiene multiplicando por diez el número de Equivalentes de Tiempo Completo correspondiente a la Dedicación.

45 y 35), el mérito y cumplimiento de requisitos para la promoción se establecen con la evaluación de pares académicos; en el más reciente (Acuerdo 16), con el logro de puntajes de producción académica y evaluación integral aprobatoria.

**Tabla 4.1 Periodos de nombramiento y tiempos mínimo y máximo de permanencia del personal académico de carrera universitaria, según Estatuto**

CATEGORÍA	Acuerdos 45 de 1986 y 35 de 2002	Acuerdo 16 de 2005		
	Período nombramiento (años)	Período nombramiento (años)	Tiempo mínimo para promoción (años)	Tiempo máximo (años)
Instructor asistente	1			
Instructor asociado	2			
Profesor auxiliar		2	1	7
Profesor asistente	4	4	2	5
Profesor asociado	4	5	3	
Profesor titular	5	7		
Profesor catedrático asociado		4	5	
Profesor catedrático titular		5		

f) Evaluación de los docentes

El Acuerdo 136 de 1993 del Consejo Superior Universitario reglamenta el sistema de evaluación de los profesores de la Universidad Nacional de Colombia. Los estudiantes evalúan semestralmente el desempeño docente por medio de la herramienta “Edificando<sup>6</sup>”, que permite la evaluación en línea de cursos como de profesores<sup>7</sup>. Por otra parte, cada año el docente hace una autoevaluación de su desempeño, con base en el Programa de Trabajo concertado al inicio del periodo académico, a través del instrumento SARA. El Director de la Unidad Académica Básica a la que están adscritos los docentes, que tiene acceso a las autoevaluaciones y a las evaluaciones de los estudiantes, presenta los resultados en el Comité de Evaluación Docente, citado anualmente por el Decano, de acuerdo con lo establecido en la estructura de la Facultad de Ingeniería<sup>8</sup>.

Los docentes que desempeñan cargos administrativos son evaluados con base en el Acuerdo 016 de 2007 del CSU, el cual establece que serán evaluados una vez cumplan el año de servicio, y

<sup>6</sup> Anteriormente Encuesta de Percepción Estudiantil del Desempeño Docente

<sup>7</sup> La información del sistema de evaluación puede consultarse en <http://www.edificando.unal.edu.co/>

<sup>8</sup> CSU, Acuerdo 014 de 2007, Artículo 18, consultado el 16 de marzo de 2010 en [http://www.unal.edu.co/secretaria/normas/csu/2007/A0014\\_07S.pdf](http://www.unal.edu.co/secretaria/normas/csu/2007/A0014_07S.pdf)

que el evaluador depende del cargo específico. Así, por ejemplo, el Director del Área es evaluado por el Comité Asesor respectivo<sup>9</sup>.

g) Relación entre los méritos académicos y profesionales de los profesores

Son múltiples los acuerdos y circulares oficiales de la Universidad que establecen la relación entre los méritos académicos y profesionales de los profesores de la Universidad, todos ellos basados en el cumplimiento del decreto 1279 del 2002 “Régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales”, que en los artículos 10 y 20 establece la productividad académica que se considera para la evaluación, la asignación de puntaje y la bonificación. A manera de ejemplo, las circulares 003 de 2003 y 004 de 2005 de la Vicerrectoría Académica establecen las disposiciones generales y la reglamentación del Comité Interno de Asignación y Reconocimiento de Puntaje.

En la tabla 4.2 se presenta una relación de los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental que tienen título de Doctorado y se identifica, además, la categoría y su dedicación.

**Tabla 4.2 Profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental vinculados al Programa de Doctorado en el segundo periodo académico de 2011<sup>10</sup>**

	Docente		Formación	Categoría	Dedicación
1	Córdoba Castrillón	Luis Fernando	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
2	Galindo Valbuena	Hugo Martín	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
3	Godoy Silva	Rubén Darío	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
4	Jiménez Pizarro	Rodrigo	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
5	Martínez Riascos	Carlos Arturo	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
6	Narváez Rincón	Paulo César	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
7	Orjuela Londoño	Álvaro	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	T. C.
8	Perilla Perilla	Jairo Ernesto	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
9	Ramírez Franco	José Herney	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
10	Rodríguez Niño	Gerardo	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
11	Rojas Roa	Néstor Yezid	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
12	Santos Barbosa	Dolly	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
13	Serrato Bermúdez	Juan Carlos	I. Q., MSc., PhD	P. Auxiliar	D. E.
14	Vargas Sáenz	Julio César	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
15	Velásquez Lozano	Mario Enrique	I. Q., MSc., PhD	P. Asistente	D. E.
16	Zea Ramírez	Hugo Ricardo	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.
17	Belalcázar Cerón	Luis Carlos	I. Q., MSc., PhD	P. Asociado	D. E.

<sup>1</sup> P. Profesor

<sup>2</sup> D. E. Dedicación exclusiva, T. C. Tiempo completo

<sup>9</sup> Consejo Superior Universitario, Acuerdo 016 de 2007, consultado el 16 de marzo de 2010 en [http://www.unal.edu.co/secretaria/normas/csu/2007/A0016\\_07S.pdf](http://www.unal.edu.co/secretaria/normas/csu/2007/A0016_07S.pdf)

<sup>10</sup> Fuente: Dirección Nacional de Personal

10 profesores de la lista están directamente vinculados al Programa de Doctorado y todos tienen vinculación con la Universidad como profesores de Tiempo Completo o Dedicación Exclusiva.

Entre los profesores con título de doctor, seis realizaron estudios fuera del país: tres en Estados Unidos, uno en Francia, uno en Suiza y uno en Brasil. De los restantes, cuatro hicieron estudios de doctorado en Estados Unidos, uno en Brasil, uno en Portugal y uno en Suiza. Dos más tienen el manejo exigido del idioma inglés, certificado a través de diferentes procesos de formación en ese idioma. En conclusión, de los 17 profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental con estudios de doctorado, 88% cumple el requisito asociado con una lengua extranjera.

En el periodo 2004 a 2011 los profesores del programa recibieron 21 distinciones: 5 internacionales, 8 nacionales y 8 de la Universidad Nacional de Colombia.

Los profesores responsables de los Seminarios de Investigación, los Proyectos de Tesis de Doctorado y las Tesis de Doctorado, tienen nivel de formación de doctor. Sin embargo, algunas de las asignaturas son impartidas por profesores con Maestría como máximo nivel de formación, dado que los estudiantes pueden tomar cursos de cualquier programa de posgrado de la Universidad, decisión tomada con base en las necesidades específicas de la tesis y de común acuerdo con el tutor. Tal es el caso de algunos módulos de las asignaturas Ingeniería Enzimática, Fenómenos de Transporte y Análisis de Reactores.

De las 20 tesis sustentadas, ocho (40%) han tenido un director<sup>11</sup> o un co-director externo; es decir, que no pertenecen a la planta de profesores vinculados al programa, seis de los cuales son extranjeros. En el periodo 2004 a 2011, 43 profesores visitantes (de distintas procedencias) dictaron cursos del programa u ofrecieron conferencias. Se hace referencia a los nueve cursos impartidos en las cinco versiones de la Cátedra Internacional de Ingeniería, de las cuales el Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental ha sido responsable.

#### **4.2 Desempeño de los profesores del programa**

En la Universidad Nacional de Colombia, el personal académico establece anualmente sus compromisos laborales a través del Programa de Trabajo, en el que se incluyen las actividades de docencia, investigación, extensión, formación y dirección académica por realizar en los dos

---

<sup>11</sup> Tal es el caso de las cuatro tesis en co-tutela

periodos semestrales y en el periodo intersemestral, así como las situaciones de carácter administrativo que originan ausencias temporales como años sabáticos, comisiones de estudios y de servicios, o licencias ordinarias y especiales.

Este Programa de Trabajo hace parte del **Sistema Integrado de Información del Talento Humano (SARA)**, herramienta con la cual se gestiona la información relativa al personal académico y administrativo de la Universidad y se consolidan estadísticas e informes sobre el talento humano que hace parte de la Institución, a través de diferentes módulos: Nómina, Puntaje Docente, Planta de Cargos, Actos Administrativos, Hoja de Vida, Selección y Contratación, Capacitación, Evaluación, Bienestar Laboral y Salud Ocupacional<sup>12</sup>.

A propósito del programa de trabajo, entre las actividades académicas de los profesores de la Universidad Nacional está la de ser evaluador de propuestas de tesis, de exámenes de calificación y de tesis de doctorado. La política de asignación de evaluadores se consigna en el acuerdo 033 de 2008 del Consejo Superior Universitario. Además, el Acuerdo 002 de 2011 del Consejo de la Facultad de Ingeniería, que reglamenta los posgrados de la Facultad, establece los procedimientos específicos para esta labor. Como mínimo se nombran tres jurados, al menos uno de los cuales debe ser externo a la Universidad, preferentemente extranjero.

En el periodo 2010-1, 61.5% de los profesores del Departamento habilitados para dirigir tesis de doctorado abordaron esta tarea, 57.1% en los periodos 2010-2 y 2011-1 y 42.8% en 2011-2. La disminución se debe a la reducción en el número de estudiantes como consecuencia del incremento en los graduados (el 66% lo hizo entre 2009 y 2011, y el 33% en el último año).

Para la evaluación de las tesis, se procura nombrar como jurado un profesor del Departamento, dando preferencia a quienes formaron parte del jurado evaluador de la propuesta de tesis o del examen de calificación. De hecho, para 15 de las 20 tesis sustentadas se ha designado como jurado un profesor de Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, y para tres de las cinco restantes, profesores del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias o del Departamento de Ingeniería Química de la Sede Manizales.

En el periodo 2005 a 2011, los grupos de investigación del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental han propuesto y desarrollado 109 proyectos financiados por diferentes entidades

---

<sup>12</sup> La información detallada sobre este sistema puede consultarse en [http://www.unal.edu.co/dnp/dir\\_sith.htm](http://www.unal.edu.co/dnp/dir_sith.htm)

nacionales o internacionales, como se muestra en el Anexo 1<sup>13</sup> (todos los anexos están disponibles únicamente en el CD del documento). En la tabla 4.3 se relacionan los grupos de investigación, y su clasificación de acuerdo con la convocatoria de categorización de Colciencias en 2008.

**Tabla 4.3 Grupos de investigación en los que participan estudiantes y profesores del Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química**

Grupo de Investigación	Categoría Colciencias <sup>14</sup>	Unidad a la que está adscrito
Procesos Químicos y Bioquímicos	A1	Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Calidad del Aire	D	Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Materiales, Catálisis y Medio Ambiente	C	Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Ingeniería de Sistemas de Proceso	Registrado	Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Ingeniería de Biomateriales	Registrado	Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Laboratorio de Investigación en Combustibles y Energía	A	Departamento de Química

Fuente: Grupo de Trabajo Autoevaluación

Como resultado de estos proyectos, desde 2005 la comunidad académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental ha publicado 130 artículos en revistas nacionales e internacionales, entre las que pueden mencionarse *Journal of the American Chemical Society*, *Journal of Material Science*, *Catalysis Today*, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *Food Science and Technology International*, *Chemical Engineering Transactions* y *Planta Medica (Journal)*; además, participó en 294 eventos académicos nacionales e internacionales, con presentaciones en modalidades oral y póster, y presentó a evaluación cinco patentes, de las cuáles una fue otorgada y tres fueron publicadas.

En el Anexo 2 se presenta la información detallada de los artículos, patentes y registros de producto, participaciones en eventos académicos, libros y capítulos de libro, en los que hizo presencia la comunidad académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Dos tesis de las 20 sustentadas generaron patentes. Una se encuentra en trámite y otra fue concedida a dos profesores del programa (uno de ellos pensionado).

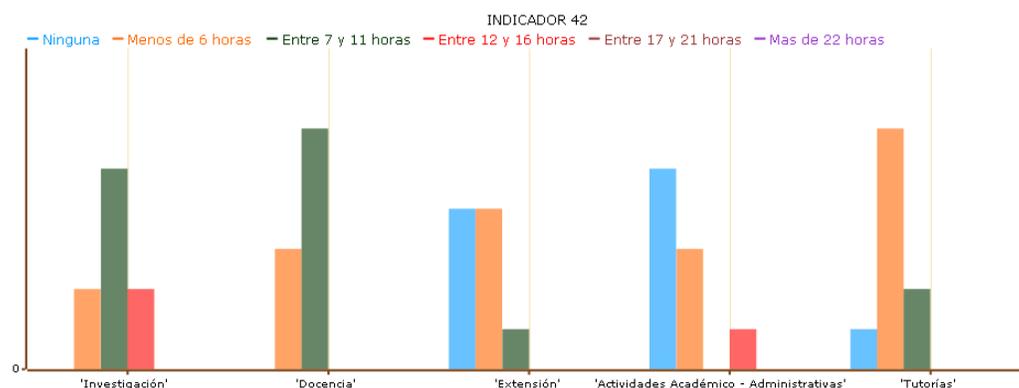
<sup>13</sup> Los estudiantes, profesores y egresados de la carrera participan en proyectos de investigación y extensión, en donde se articulan los cuatro programas del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental: Doctorado en Ingeniería-Ingeniería Química, Maestría en Ingeniería-Ingeniería Química, Maestría en Ingeniería-Ingeniería Ambiental, e Ingeniería Química.

<sup>14</sup> Tomado de [http://www.ing.unal.edu.co/admfac/vcd\\_investigacion/html/grupos/grupos.html](http://www.ing.unal.edu.co/admfac/vcd_investigacion/html/grupos/grupos.html), consultado el 15 de abril de 2010

90% de las tesis sustentadas (18) fueron dirigidas por profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. En el segundo semestre de 2011 había 12 propuestas de tesis aprobadas, de las cuales 11 son dirigidas por profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

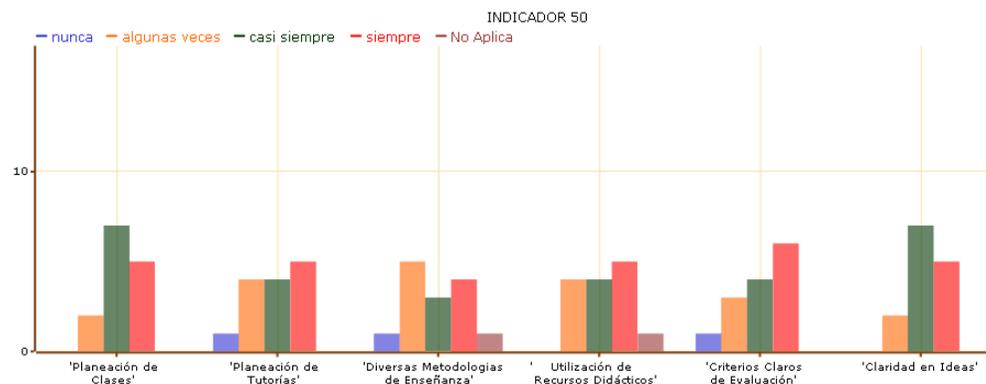
Los profesores del programa no participan en comités científicos o editoriales.

De acuerdo con las encuestas, los profesores del Programa de Doctorado distribuyen su actividad académica como se muestra en la Figura 4.1. Es evidente que los profesores desarrollan actividades correspondientes a todas las funciones inherentes a la Universidad, aunque la mayor parte del tiempo lo dedican a docencia e investigación.



**Figura 4. 1 Distribución de las actividades académicas de los profesores del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.**

En la Figura 4.2, que muestra la valoración que hacen los egresados de sus profesores, se aprecia un resultado positivo del orden de 80%.



**Figura 4. 2 Percepción del trabajo de los profesores del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química por parte de los egresados.**

### 4.3 Actualización pedagógica

El Departamento de Ingeniería Química promueve la formación de sus docentes a través del Plan de Formación y de cursos de actualización, tal como se describe a continuación:

#### a) Características del plan de formación

El plan de formación es el resultado de un proceso de concertación, que permite definir los criterios para establecer la secuencia de otorgamiento de las comisiones remuneradas a aquellos profesores que manifiesten por escrito sus expectativas sobre área de formación, institución en la que adelantarán sus estudios y momento para iniciarlos. Es necesario proceder de esta manera, dado que el Departamento debe regular la cantidad de docentes en comisión de estudios remunerada y en año sabático, con el propósito de contar con el personal activo suficiente para satisfacer las necesidades del servicio.

Se ingresa al Plan de Formación una vez se cumplan los requisitos que definen los Estatutos de Personal Académico para otorgar comisiones de estudios remuneradas; además, es necesario presentar una solicitud al Comité Asesor del Departamento, con información suficiente para que le sea asignado el momento de inicio de la comisión. El orden se establece con base en la calificación ponderada de diferentes aspectos previamente definidos.

Los aspectos a evaluar son:

Área de formación (15%): el puntaje se asigna dando prelación a las áreas de interés del Departamento o de la Facultad, de acuerdo con los Planes de Desarrollo.

Antigüedad en el ejercicio docente (15%): el puntaje se asigna proporcionalmente al tiempo de vinculación.

Compromiso con el Departamento (50%): el puntaje se asigna según la participación del docente en las siguientes actividades académicas o administrativas, o productos académicos: Cursos de formación (promedio semestral) (3%); presencia, con ponencia o póster, en eventos académicos (2%); publicaciones (2%); cursos dictados (12%); asignaturas a cargo (8%); trabajos de grado dirigidos (4%); prácticas estudiantiles dirigidas (2%); propuestas de investigación aprobadas (4%); propuestas de investigación no aprobadas (2%); propuestas de investigación en evaluación (2%); cursos u otras actividades de extensión no remunerada (4%);

labor administrativa (3%) y organización de eventos (2%). Para el cálculo de los promedios se excluyen los semestres durante los que el docente ha desempeñado cargos administrativos.

Comisiones otorgadas (20%): se asigna 20% a quienes no se les haya otorgado comisión de estudios y 10% a quienes hayan recibido una.

En la tabla 4.4 se presenta la evolución del otorgamiento de comisiones, y su proyección a 2015. Las diferencias con respecto al plan original se identifican de la siguiente manera: cuando una comisión no se inició a tiempo, la postergación queda representada por la equis entre paréntesis (X), y cuando el tiempo de culminación excede el máximo de cuatro años que otorga la Universidad, se representa por la letra ele entre paréntesis (L), que se refiere al otorgamiento de una Licencia Especial no Remunerada.

**Tabla 4.4 Proyección del plan de formación doctoral del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, mostrando solamente los profesores que hacen parte del Programa de doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.**

Docente	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Paulo César Narváez Rincón	X																			
Rubén Darío Godoy Silva	X	X	(L)																	
Hugo Martín Galindo Valbuena	X	X	X	X	X	(L)	(L)	(L)	(L)											
Dolly Santos Barbosa		X	X	X	X	X	X	X	X	X										
Álvaro Orjuela Londoño			(X)	X	X	X	X	X	X	X	X									
Comisión 6											X	X	X	X	X	X	X	X		
Comisión 7											X	X	X	X	X	X	X	X		
Comisión 8													X	X	X	X	X	X	X	X
Total docentes del Departamento en formación doctoral	4	5	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1

b) Cooperación Académica con la Universidad de Illinois

La Universidad de Illinois, en Urbana-Champaign, ofrece a la Facultad de Ingeniería un Programa Especial de Verano que incluye un Curso Intensivo de Inglés para sus docentes, con énfasis en terminología propia de la Ingeniería, acompañado de reuniones con los Directivos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Illinois y con Investigadores de los Laboratorios y Centros de Investigación de la misma Facultad. La tabla 4.5 presenta los profesores beneficiarios de este programa.

**Tabla 4.5 Profesores adscritos al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, que hacen parte del Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, beneficiarios de la cooperación académica con la Universidad de Illinois<sup>15</sup>.**

<b>Profesor</b>	<b>Año</b>
Gerardo Rodríguez Niño	2010
Julio César Vargas Sáenz	2010
Paulo César Narváez Rincón	2011
Juan Carlos Serrato Bermúdez	2011

c) Años sabáticos y comisiones

Los diferentes estatutos docentes de la Universidad contemplan la posibilidad de comisiones años sabáticos y comisiones externas, a través de las cuales los profesores del programa pueden continuar su formación. En 2011, por ejemplo, el profesor Julio César Vargas Sáenz disfrutó de su año sabático, en el cual hizo una estancia posdoctoral en la Universidad de Oklahoma, y en 2012, los profesores Paulo César Narváez Rincón y Carlos Arturo Martínez Riascos tendrán una oportunidad similar en las Universidades de Nancy y Sao Paulo, respectivamente. Por su parte, los profesores Rodrigo Jiménez Pizarro y Néstor Yezid Rojas Roa, beneficiados con comisiones de estudios, han participado en cursos de actualización en sus respectivas áreas.

d) Programa de Formación en Inglés con el British Council

Desde el año 2010, la Vicerrectoría Académica formuló y desarrolla un programa de formación en el idioma inglés para los profesores de la Sede Bogotá. Uno de los profesores del programa es beneficiario del mismo.

#### **4.4 Preguntas de análisis**

##### **¿Qué acciones realiza la comunidad docente para mantener y mejorar la calidad del programa?**

La comunidad docente del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, pertenece al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Este Departamento generó un programa de formación para que sus profesores adquirieran el título de Doctor, lo que ha tenido excelentes resultados: de 5% de profesores con ese nivel de formación en 2000, se pasó a 42.5% a finales de 2011.

---

<sup>15</sup> Información suministrada por la Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental

Por otra parte, los profesores participan en proyectos de investigación, escriben artículos, presentan los resultados de sus investigaciones en eventos nacionales e internacionales y, en menor medida, pero con un repunte en los últimos años, escriben libros y capítulos de libro. Así mismo, realizan pasantías y estancias internacionales y participan en proyectos de extensión<sup>16</sup>, aunque de manera limitada. La Facultad de Ingeniería ofrece algunos cursos de actualización docente, los cuales, a partir de 2011, están en camino de ser institucionalizados al formar parte de la Cátedra Internacional de Ingeniería, como resultado de la orientación e impulso de la Vicedecanatura Académica.

Por otra parte, como se planteó, la Facultad de Ingeniería diseñó y desarrolla un programa de intercambio con la Universidad de Illinois para la formación en un segundo idioma, además de lo cual la Vicerrectoría Académica realiza un programa de formación en inglés con el British Council.

#### **4.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 3**

Los profesores del programa están plenamente comprometidos con la calidad del mismo, y son valorados positivamente por parte de los estudiantes y egresados. La Universidad, en todos sus niveles, cuenta con los mecanismos y herramientas para brindar oportunidades de desarrollo para sus docentes, las cuales han sido aprovechadas por los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental y, en particular, por los vinculados al programa.

Se considera importante complementar la formación profesional e investigativa de los docentes a través de planes de capacitación, con énfasis en docencia universitaria, ya que el número actual con esta condición es muy bajo. Es conveniente, también, reactivar la unidad de apoyo a la docencia en la Facultad. Finalmente, la tabla 4.6 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 11 sobre 12.

**Tabla 4.6 Calificación de las características del Factor 3 Profesores.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Perfil de los profesores.	4	3.9
Desempeño de los profesores en el programa.	6	5.3
Actualización pedagógica y académica.	2	1.8

<sup>16</sup> La comunidad académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental realizó 39 proyectos de extensión desde 2005.



## **5. Análisis del Factor 4: Procesos académicos**

### **5.1 Formación académica y acompañamiento estudiantil**

El Acuerdo 033 de 2007 establece, como una estrategia pedagógica, que “a partir de las directrices definidas por la Vicerrectoría Académica, las Facultades implementarán un sistema de acompañamiento estudiantil y consejerías docentes, con el fin de dar soporte adecuado a los estudiantes para el desarrollo efectivo de las diversas trayectorias de formación en la Universidad Nacional de Colombia”.

A principios de 2010, la Vicerrectoría Académica expidió la Resolución 005 que estructura el Sistema de Acompañamiento Estudiantil<sup>17</sup>, comprendido como “el conjunto de agentes que a través de los componentes académicos y de bienestar, y sus respectivos programas, articula los diferentes niveles estructurales de la Universidad, con la finalidad de brindar a los estudiantes, a lo largo de su proceso de formación integral, las condiciones necesarias para el buen desempeño académico y el éxito en la culminación de su plan de estudios”. Dicho sistema recopila y organiza bajo un único esquema, múltiples modelos que desarrollaban de manera independiente diversos agentes.

La Resolución 006 del mismo año formula los lineamientos asociados con la tutoría académica y del docente tutor, y establece que todos los estudiantes de pregrado y de posgrado deben tener un tutor. En el caso del Doctorado en Ingeniería Química, con base en el proceso de admisión, se realiza esta labor en el primer mes de avance de la asignatura Seminario de Investigación, en el primer semestre.

Las competencias del egresado del programa están declaradas en el Proyecto Educativo del Programa de Doctorado, que puede consultarse en la página web del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental<sup>18</sup>. Tales competencias son:

1. Capacidad para proponer, dirigir y realizar autónomamente proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la industria química.

---

<sup>17</sup> Vicerrectoría Académica, Resolución 005 de 2010, Reglamentación del Sistema de Acompañamiento Estudiantil.

<sup>18</sup>

[http://www.ing.unal.edu.co/progsfac/quimica\\_ambiental\\_/images/stories/Area\\_Curricular\\_Quimica/Proyecto\\_educativo\\_del\\_programa.pdf](http://www.ing.unal.edu.co/progsfac/quimica_ambiental_/images/stories/Area_Curricular_Quimica/Proyecto_educativo_del_programa.pdf)

2. Capacidad de generar y adquirir nuevo conocimiento en el área de la ingeniería química.
3. Capacidad para desarrollar e implementar metodologías rigurosas de estudio, investigación, desarrollo tecnológico e innovación, para la solución de problemas de ingeniería química.
5. Capacidad para identificar, valorar y generar conceptos sustentados sobre los problemas de la industria química.
6. Capacidad para identificar los problemas nacionales relacionados con la industria química y proponer e implementar soluciones pertinentes técnica, social, ambiental y éticamente.
7. Capacidad de conocer, valorizar y proteger el patrimonio natural y ambiental de la nación.

De los 14 estudiantes encuestados, la calificación promedio de las cuatro preguntas que evaluaron la calidad de la tutoría fue 4.1; en consecuencia, se considera que esta función es desarrollada de manera apropiada por los profesores del programa. La mayor calificación se asignó a la selección del tema de tesis, 4.3, y el más bajo a la dirección, 3.9.

Los estudiantes califican con 4.3, en promedio, la medida en que el programa ha desarrollado las seis competencias propuestas. Otorgan la calificación más alta, 4.7, al fomento de la competencia 1 del listado, y la más baja, 4.1, al de las competencias 3, 5 y 6.

Los egresados califican con 4.6, en promedio, la medida en que el programa ha desarrollado las seis competencias propuestas. Otorgan la calificación más alta, 4.9, al fomento de la competencia 1 del listado, y la más baja, 4.1, al de la competencia 6.

En conclusión, estudiantes y egresados valoran muy positivamente las capacidades desarrolladas o fortalecidas a lo largo de su permanencia en el programa.

## **5.2 Procesos académicos**

Las disposiciones que regulan la vida de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia se encuentran en dos Acuerdos del Consejo Superior Universitario: las Disposiciones

Académicas, en el Acuerdo 8 de 2008, y las de Bienestar y Convivencia, en el Acuerdo 44 de 2009<sup>19</sup>. A continuación se hace una breve descripción de los aspectos allí abordados:

a) Disposiciones académicas

Los diferentes estatutos de personal docente establecen la forma en la que se hace la evaluación del personal docente. En el caso específico de los docentes vinculados a través del Acuerdo 016, el acuerdo 008 de 2008 del Consejo Académico reglamenta la evaluación integral.

En el literal f) del numeral 4.1 (Perfil de los profesores) se refiere a la evaluación del desempeño docente por parte de los estudiantes y a la autoevaluación de los docentes, con base en el Programa de Trabajo.

Los estudiantes evalúan semestralmente el desempeño docente (cursos y profesores), en línea, por medio de la herramienta Edificando<sup>20</sup>. Por otra parte, cada año el docente hace una autoevaluación de su desempeño, con base en el Programa de Trabajo concertado al inicio del periodo académico, a través del instrumento Sara. El Director de la Unidad Académica Básica a la que están adscritos los docentes, que tiene acceso a las autoevaluaciones y a las evaluaciones de los estudiantes, presenta los resultados en el Comité de Evaluación Docente, citado anualmente por el Decano, de acuerdo con lo establecido en la estructura de la Facultad de Ingeniería<sup>21</sup>.

Los docentes del programa califican el seguimiento de la dirección de la Universidad a los procesos académicos con 3.5, en promedio. Otorgan la mayor calificación, 3.7, al seguimiento del proceso de diseño de asignaturas, y la menor, 3.3, al seguimiento de las tutorías.

Dado que el artículo 24 del Acuerdo 033 de 2007 del CSU establece que un estudiante de posgrado puede tomar asignaturas elegibles de otros programas de posgrado, a partir de su entrada en vigencia, en 2009, se ha incrementado el número de estudiantes de otras Unidades Académicas Básicas (UAB) que toman asignaturas elegibles ofrecidas por el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Pasó de un máximo de dos hasta 2008-2, a un número que fluctúa entre 5 y 6, luego de la implementación de la reforma y el periodo de transición de un

---

<sup>19</sup> Los acuerdos puede consultarse en el enlace <http://www.unal.edu.co/estatutos/eestud/menu.html>

<sup>20</sup> La información del sistema de evaluación puede consultarse en <http://www.edificando.unal.edu.co>

<sup>21</sup> CSU, Acuerdo 014 de 2007, Artículo 18, consultado el 16 de marzo de 2010 en [http://www.unal.edu.co/secretaria/normas/csu/2007/A0014\\_07S.pdf](http://www.unal.edu.co/secretaria/normas/csu/2007/A0014_07S.pdf)

año. Sin embargo, la especificidad de las asignaturas del nivel de formación de doctorado y el corto tiempo transcurrido desde la aplicación de la reforma, dificulta concluir que esta es la tendencia definitiva.

Por el contrario, el número de estudiantes del programa que toma asignaturas en otras UAB disminuye después de 2009, principalmente porque, como se mencionó, la mayoría de los matriculados tienen título de maestría y, por consiguiente, cuentan con la opción de homologar o convalidar los 20 créditos de asignaturas elegibles.

### **5.3 Evaluación permanente y seguimiento del programa**

El planeamiento, la autoevaluación y la mejora continua son parte esencial de las políticas institucionales de la Universidad Nacional de Colombia. En los años recientes, la Institución emprendió un proceso de apertura, actualización y modernización de sus estructuras, así como de los planes de estudio de los programas curriculares, lo cual evidencia una apuesta indeclinable por el mejoramiento continuo, y por la excelencia académica, fundamentados en la evaluación constante y la información veraz.

Como resultado de lo anterior, a diciembre de 2009, 79 de los 94 programas de pregrado estaban acreditados. De ellos, 45 pertenecen a la sede Bogotá y 7 a la Facultad de Ingeniería. Además, en marzo de 2008 se oficializó el proceso de acreditación institucional iniciado en marzo de 2003.

En abril 9 de 2010, la Universidad Nacional de Colombia fue acreditada por un periodo de 10 años, el máximo establecido en Colombia por el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), según Acuerdo 02 de diciembre 1 de 2006. El acto administrativo fue expedido por el Ministerio de Educación Nacional, mediante Resolución 2513 de abril 9 de 2010.

El Plan de Desarrollo 2010-2012\_“Por una Universidad de Excelencia, Investigadora, Innovadora y a la Vanguardia del País”, establece claramente que la Institución “debe trabajar fuertemente en la cultura de la planeación, la autoevaluación y la rendición de cuentas en todos los niveles de dirección” y reconoce que “ante un escenario de universidades sin fronteras, con pertinencias globales, con niveles de inserción en redes globales de investigación e intercambio de estudiantes y docentes, con una creciente competencia internacional que ha puesto en primer plano la evaluación y otros instrumentos para el aseguramiento de la calidad a nivel

internacional y con un importante papel para promover el diálogo intercultural y la construcción de una cultura de paz, tolerancia, convivencia y preservación del medio ambiente” .

Como ejemplo de la incorporación de estas características dentro del Plan de Desarrollo, se presenta lo referente a la Línea Formación de Excelencia, en donde se reconoce que “el desarrollo de una formación dentro de estos parámetros exige el mejoramiento continuo de sus programas académicos y la pertinencia de los mismos”. Para ello, propone un Programa de Mejoramiento Continuo, a través del cual, como parte de su política de excelencia académica, la Universidad “debe propiciarlo en sus programas curriculares, a través de procesos regulares de autoevaluación, acreditación y renovación de acreditaciones e implementación de planes de mejoramiento, ejercicios de confrontación y contraste con programas similares nacionales y extranjeros, como también con el grado de desarrollo alcanzado en las diferentes disciplinas y saberes comprometidos en ellos y con el nivel de pertinencia social” .

También formula un Programa de Fortalecimiento de la Cualificación Docente, que busca “aumentar los niveles de formación de posgrado (especialmente a nivel de doctorado) y un mejor desempeño en el ejercicio de su actividad a través de la actualización en modelos pedagógicos, técnicas de enseñanza y el desarrollo de competencias complementarias, para lo cual es bien importante contar con los resultados de la aplicación de instrumentos de seguimiento y evaluación continua de cursos y docentes por parte del estamento estudiantil” .

La incorporación de la planeación, la autoevaluación y el mejoramiento continuo es evidente en las demás líneas del Plan, como por ejemplo en las de Ciencia, Tecnología, Innovación y Creación Artística y Desarrollo Institucional para fortalecer la presencia en la Nación. En esta última, se incorpora como Programa la Mejor Gestión, ya que la Universidad está “comprometida con el desarrollo institucional bajo los criterios de autonomía, desconcentración, autoevaluación, autorregulación, buen gobierno universitario y ética de lo público; en este sentido, el programa busca consolidar el mejoramiento continuo de los procesos académico administrativos como herramienta para el logro de los objetivos misionales, articulando las normas NTCGP-1000 / MECI / SISTEDA y teniendo como soporte fundamental la participación y compromiso de la comunidad universitaria” .

En el Acuerdo 033 de 2007, el CESU establece como principio para los procesos de formación de estudiantes, la Gestión para el Mejoramiento Académico, que implica “fortalecer la cultura institucional que facilite el mejoramiento de las actividades y los procesos académicos para la toma de decisiones que contribuyan a alcanzar la excelencia académica. Dicho mejoramiento deberá realizarse de manera sistemática, permanente, participativa, integral y multidireccional

entre los distintos integrantes de la comunidad académica”. Así mismo, en su Artículo 33 establece que “Los programas curriculares deberán ser evaluados periódicamente, con la participación de la comunidad universitaria. Dicha evaluación debe conducir a la elaboración de planes de mejoramiento, en el marco del plan global de desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia”.

Para lograr el mejor desempeño, la Universidad tiene implementado el Sistema de Mejor Gestión (Simege), compuesto por un conjunto articulado de políticas, estrategias, metodologías y técnicas, con un enfoque sistemático de planeación, ejecución y evaluación, que busca fortalecer de manera permanente la gestión y la capacidad académico-administrativa. La Universidad, como parte del Estado, con el Sistema de Mejor Gestión<sup>22</sup> “proporciona una estructura para el control de la estrategia, la gestión y la evaluación institucional, con el fin de orientarla hacia el cumplimiento de sus objetivos misionales”.

En el caso específico del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental, durante 2010 se realizó la autoevaluación del Programa de Ingeniería Química en el marco de la convocatoria 2009 de la Acreditación de Carreras Universitarias del Mercosur, que tuvo como resultado la Acreditación de Alta Calidad por un periodo de 8 años, otorgada por el Consejo Nacional de Acreditación mediante la Resolución 9274 del 18 de octubre de 2011, y el reconocimiento internacional por parte de la Red Iberoamericana para la Acreditación de la Educación Superior (Riaces). Cabe anotar que en dicho proceso se realizó una cuidadosa evaluación del Contexto Institucional, la Planta Docente y la Infraestructura, todo lo cual se comparte con el Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.

#### **5.4 Preguntas de análisis**

**¿De qué forma el programa lleva a cabo el seguimiento y mejora de las características que hacen parte de este factor?**

La Universidad estableció un programa de acompañamiento basado principalmente en la figura del profesor tutor, del cual forma parte, como es obvio, el Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, El Comité de Posgrados nombra los tutores de los estudiantes del programa de doctorado de acuerdo con los profesores que dirigirán las tesis, los cuales se conocen desde la entrevista y son ratificados por el profesor de la asignatura Seminario de Investigación I, en las primeras semanas de esta actividad académica. A través de las bases de

---

<sup>22</sup> La información detallada de este sistema puede consultarse en <http://www.unal.edu.co/simege/simege.html>

datos de estudiantes del programa y el Sistema de Información Académica, el Comité Asesor hace un seguimiento de las situación de los estudiantes, con especial cuidado en que la propuesta de tesis haya sido aprobada antes de la cuarta matrícula, así como durante el desarrollo de la tesis, a través del informe de actividades semestral que remite el director de la tesis, con el propósito de que el Coordinador del programa suba al SIA la calificación Avance Satisfactorio o No Satisfactorio para esa actividad.

Por otra parte, la cultura de autoevaluación hace parte de la Universidad Nacional de Colombia, que en 2010 obtuvo la Acreditación Institucional por un periodo de 10 años, y del área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental, que en el periodo comprendido entre 2001 y 2011 ha llevado a cabo varios procesos de autoevaluación y acreditación de los programas a su cargo. En 2001 realizó la autoevaluación del Programa de Ingeniería Química, que tuvo evaluación de pares internacionales, en 2006 obtuvo la acreditación del alta calidad por parte del CNA, por un periodo de 6 años, y en 2001 renovó esta acreditación por 8 años y obtuvo el reconocimiento internacional de la misma por parte de la RIACES, como se planteó. Adicionalmente, en 2009 la Universidad realizó un proyecto piloto de autoevaluación de sus posgrados, que tiene como uno de sus resultados el proceso de autoevaluación actual, en el que participan todos los programas de posgrado, incluidos los tres del Área Curricular.

En adición a lo anterior, todos los programas de pregrado y posgrado realizaron un proceso de reforma que culminó en 2008, y empezó a aplicarse en 2009, lo que implicó adelantar la evaluación de cada uno de ellos. En consecuencia, fue necesario expedir un nuevo estatuto estudiantil, adecuado a esas nuevas realidades.

#### **5.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 4**

El programa cuenta con los mecanismos e instrumentos para hacer seguimiento de sus procesos académicos. La cultura de la evaluación es fundamental en la Universidad Nacional, y se ejerce por parte de los profesores con sus estudiantes, y viceversa, por los profesores con el personal académico-administrativo y por los jefes directos sobre el personal administrativo, entre otros. Finalmente, la tabla 5.1 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 9.6 sobre 10.

**Tabla 5.1 Calificación de las características del Factor 4 Procesos académicos.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Formación académica y acompañamiento estudiantil.	4	3.8
Procesos pedagógicos.	1	0.9
Flexibilidad del currículo.	2	1.9
Evaluación y mejoramiento permanente del programa.	3	3.0

## **6. Análisis del Factor 5: Investigación**

### **6.1 Articulación de la investigación con el proyecto institucional y los objetivos del programa.**

La investigación y la extensión hacen parte de la naturaleza y los fines de la Universidad, tal y como se establece en el Estatuto General<sup>23</sup>.

Para promover su desarrollo, se creó el Sistema de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia<sup>24</sup>, que tiene como principios la decidida participación de la Institución en esta actividad, la incorporación de todos los profesores de tiempo completo y dedicación exclusiva, su articulación con el Plan Global de Desarrollo de la Universidad, con la docencia y la investigación, y la articulación de la producción interna de la Universidad con la innovación y el conocimiento nacional e internacional, entre otros.

En la Resolución 007 de 2009 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería se establecen las líneas de investigación del Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, que surgieron de los temas de investigación en los que trabajan los profesores del programa, como lo demuestran los proyectos que han realizado en los últimos años. De acuerdo con los lineamientos del Consejo, solo se admiten estudiantes de doctorado en las líneas de investigación del programa, con el fin de articular las tesis con los proyectos de investigación que realizan los profesores del mismo. No sobra aclarar que estas líneas están directamente relacionadas con los objetivos del programa.

78% de los profesores encuestados conocen las estrategias de la Universidad con sus grupos de investigación, así como con los de otras Universidades.

Todos los estudiantes están vinculados a grupos de investigación, y 78% de los profesores del programa han incorporado estudiantes a sus proyectos. Los dos profesores que manifiestan no haber vinculado estudiantes, aducen que no hay interés de los mismos en sus temas de investigación. Tal es el caso (puntual) del tema ambiental, que no hace parte de las líneas de investigación. Estos profesores dictan cursos en el programa, pero no dirigen tesis.

---

<sup>23</sup> CSU, Estatuto General de la Universidad Nacional de Colombia, Acuerdo 011 de 2005, Diario Oficial, N° 45,865, 31 de marzo de 2005, consultado el 11 de marzo de 2010 en <http://www.unal.edu.co/estatutos/egeneral/egeca01.html>

<sup>24</sup> CSU, Acuerdo 014 de 2006, consultado el 11 de marzo de 2010 en <http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/nuevo/paginas/normativa/normasun/acuerdo014.pdf>

## 6.2 Estructura Investigativa

De los seis grupos de investigación vinculados al programa, que se relacionan en la tabla 4.3, cinco están adscritos al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

Las líneas de investigación del programa tienen en cuenta tres aspectos principales: los campos propios de la ingeniería química, la experiencia y fortaleza en los temas que vienen desarrollándose por parte de los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental y, por último, los recursos disponibles y las políticas que se impulsan en el país para aprovecharlos.

Los campos de investigación de la ingeniería química son muchos, e incorporan una amplia variedad de saberes, de forma tal que se reconoce como “la más ampliamente basada de las disciplinas de la ingeniería”<sup>25</sup>. Las fronteras de investigación en ingeniería química, identificadas por Amundson (citado por Perkins) y ratificadas en estudios recientes, corroboran el amplio alcance de la ingeniería química, y orientan la agenda de investigación de la disciplina. Tales fronteras son:

- Investigación orientada en el impacto: energía y utilización de recursos.
- Ingeniería bioquímica y biomédica.
- Ingeniería avanzada de materiales.
- Materiales y equipos electrónicos, fotónicos y para grabar información.
- Protección del medio ambiente, seguridad y materiales peligrosos.
- Cortes transversales: ingeniería de superficies y de interfases.
- Ingeniería y control de procesos asistidos por computador.

Así, la ingeniería química moderna tiene cuatro objetivos principales:

- Incremento de la selectividad y la productividad a través de la intensificación de operaciones inteligentes y la aproximación al control de procesos multiescala: diseño nano y micro de materiales con estructura controlada.
- Diseño de nuevos equipos basados en principios científicos y nuevos métodos de producción: intensificación de procesos usando reactores multifuncionales y microingeniería para equipos microestructurados.

---

<sup>25</sup> Perkins, J. D., Chemical Engineering: the First 100 Years, in: Chemical Engineering: Visions of the World, R. C. Darton, R. G. H. Prince and D. G. Wood (Editors), Elsevier Science B.V., 2003.

- Diseño y síntesis de productos estructurados con base en propiedades y funciones requeridas por el cliente, con especial énfasis en fluidos complejos y tecnología de sólidos, para lo que se necesita modelamiento molecular, predicción polimórfica y desarrollo de sensores.
- Aplicación del modelamiento y la simulación computacional a situaciones reales, desde la escala molecular hasta la industrial, para entender, por ejemplo, cómo están relacionados los fenómenos a pequeña escala con las propiedades y el comportamiento en una escala mayor.

Desde un comienzo, la investigación en el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, ha hecho énfasis en las áreas de catálisis, ingeniería bioquímica y polimerización. Es así como en el proyecto de posgrados de ingeniería química de 1986, se planteó que “de acuerdo con los recursos humanos y físicos disponibles en el Departamento, y las necesidades prioritarias para el país, se recomienda que el programa sea conducente al título de Magíster Scientae en Ingeniería Química, con áreas de énfasis en procesos catalíticos y de polimerización”. Posteriormente se incorporó el área de Biotecnología. En el Programa inicial del Doctorado en Ingeniería Química de 1992, se definen como áreas de trabajo polímeros, catálisis, reactores químicos, tecnologías del carbón y biotecnología.

Son muchos los proyectos de investigación, las tesis de maestría y de doctorado, y los trabajos de grado desarrollados en las áreas ya mencionadas. Algunos de los temas abordados en la década de los 90 del siglo pasado son:

Oxidación selectiva de hidrocarburos y alcoholes.

Destilación reactiva para la obtención de ésteres solventes.

Convertidores catalíticos para disminuir la contaminación por combustión.

Producción y aplicación de biopolímeros.

Escalado de un sistema compacto para la obtención de etanol por fermentación.

Producción de metabolitos secundarios a partir de cultivos de células vegetales.

Tratamiento de vinazas en un biorreactor SCFBR.

Producción de membranas poliméricas.

Producción de hidrogeles.

Síntesis de poli-hidroxialcanoatos.

Las primeras tesis de doctorado del programa tuvieron como temas centrales la síntesis y evaluación de catalizadores, dado que los profesores del programa trabajaban en esta área de investigación. Sin embargo, a medida que fueron incorporándose profesores con otros

saberes y experiencias, los temas se diversificaron. Una fuerza impulsora fundamental para este avance fue la entrada en vigencia de leyes que promueven la producción y el uso de biocombustibles: 693 de 2001, para el etanol y 934 de 2004, para el biodiésel.

Estas leyes y, en particular, el documento CONPES 3510 de marzo 31 de 2008, en el que se designó a Colciencias para que con el apoyo de los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y de Minas y Energía – y en coordinación con las entidades involucradas–, definiera un Plan Nacional de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles en un plazo no mayor a seis meses, han sido fundamentales para el fomento de la investigación en esta área, y para la incorporación del concepto de biorrefinerías como complemento necesario al enfoque original, limitado a los biocombustibles.

Con las nuevas tendencias de la ingeniería química, y sobre todo con las restricciones impuestas por la sociedad como consecuencia de una preocupación sin precedentes por la protección del medio ambiente, se abordaron proyectos relacionados con la producción de biocombustibles y de nuevos materiales (incluidos algunos poliméricos con aplicaciones médicas), así como con el aprovechamiento integral de los recursos agrícolas del país, campos de investigación tradicionales en del Departamento y con grandes posibilidades de impacto en el país.

De acuerdo con lo anterior, las líneas de investigación del Programa son:

#### **Procesos catalíticos**

En esta línea se estudia la producción y caracterización de nuevos catalizadores para las industrias química y petroquímica, y se evalúa su desempeño. En ella se enmarcan los procesos relacionados con la petroquímica y la carboquímica, y existe una incuestionable relación con procesos de alcoholquímica, de gran aplicación industrial como en la producción de aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos, entre otros. La línea se articula con los temas de investigación de los posgrados del Departamento de Química, de la Facultad de Ciencias.

#### **Procesos de polimerización**

Esta línea estudia la producción y desarrollo de nuevos materiales poliméricos, incluyendo los aspectos de reacción, caracterización y evaluación de desempeño, en una amplia gama de industrias: alimenticia, farmacéutica y química, entre otras. Comprende lo relacionado con plásticos, cauchos, recubrimientos, fibras y adhesivos. Se articula con

los temas de investigación de los posgrados de Materiales y Procesos del Departamento de Ingeniería Mecánica y del Departamento de Farmacia.

### **Bioprocesos**

Esta línea investiga el aprovechamiento de una parte de la megadiversidad existente en el territorio colombiano. Para ello explora el desarrollo de procesos biológicos (incluyendo bacterias, hongos, microalgas, células vegetales y animales y tejidos) para la generación de productos y servicios útiles a la sociedad. Se articula con los temas de investigación del Instituto de Biotecnología, del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y de los Departamentos de Biología y Farmacia.

### **Biocombustibles y biorrefinerías**

En esta línea se estudia el contexto general y la producción de biocombustibles y productos de biorrefinerías, y se evalúa su desempeño. Se articula con los diferentes grupos de investigación de la Universidad que trabajan el tema de la energía, especialmente con los de los Departamentos de Ingeniería Mecánica y de Química. La línea de investigación en biorrefinerías y biorrefinación se considera integradora porque involucra campos y herramientas de la ingeniería química como la catálisis, los bioprocesos, la ingeniería de reacciones, el modelamiento y la simulación.

Estas líneas hacen parte de las siguientes Agendas de Conocimiento de la Universidad Nacional de Colombia: Energía, Recursos minerales y materiales, Biotecnología, Desarrollo económico e industrial y gestión.

La descripción de cada grupo de la tabla 4.3 se encuentra en la red Scienti; a manera de ejemplo, en el Anexo 3 se hace referencia al Grupo de Procesos Químicos y Bioquímicos. Estos grupos, a la vez que hacen parte de redes nacionales, guardan una estrecha relación con grupos de investigación internacionales, lo que ha facilitado la realización de tesis doctorales en co-tutela, así como de pasantías, por parte de los estudiantes del programa.

Entre 2005 y 2010 los grupos de investigación del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental han propuesto y desarrollado 109 proyectos, tal como se planteó, financiados por diferentes entidades de carácter nacional o internacional, como se presenta en el Anexo 1.

Los 17 graduados realizaron sus tesis integrados a grupos nacionales de investigación y 16 de ellos tuvieron vínculos con grupos internacionales.

En la tabla 6.1 se relacionan los profesores del programa y el grupo de investigación al cual pertenecen.

**Tabla 6.1 Profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental vinculados al Programa de Doctorado en el segundo periodo académico de 2011<sup>26</sup>**

Docente		Grupo de Investigación 1	Grupo de Investigación 2
Córdoba Castrillón	Luis Fernando	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Godoy Silva	Rubén Darío	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Jiménez Pizarro	Rodrigo	Calidad del Aire	
Martínez Riascos	Carlos Arturo	Procesos Químicos y Bioquímicos	Ingeniería de Sistemas de Proceso
Narváez Rincón	Paulo César	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Orjuela Londoño	Álvaro	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Perilla Perilla	Jairo Ernesto	Procesos Químicos y Bioquímicos	Ingeniería de Biomateriales
Ramírez Franco	José Herney	Materiales , catálisis y medio ambiente	
Rodríguez Niño	Gerardo	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Rojas Roa	Néstor Yezid	Calidad del Aire	
Serrato Bermúdez	Juan Carlos	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Vargas Sáenz	Julio César	Procesos Químicos y Bioquímicos	Ingeniería de Sistemas de Proceso
Velásquez Lozano	Mario Enrique	Procesos Químicos y Bioquímicos	
Zea Ramírez	Hugo Ricardo	Materiales , catálisis y medio ambiente	

### **6.3 Producción científica y/o artística de los estudiantes y profesores del programa, y su impacto.**

Como se mencionó, desde 2005 la comunidad académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental publicó 130 artículos en revistas nacionales e internacionales, entre las que pueden mencionarse *Journal of the American Chemical Society*, *Journal of Material Science*, *Catalysis Today*, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *Food Science and Technology International*, *Chemical Engineering Transactions* y *Planta Medica (Journal)*, entre otras; además, participó en 294 eventos académicos nacionales e internacionales, con presentaciones en modalidades oral y póster, y presentó a evaluación cinco patentes.

<sup>26</sup> Fuente: Dirección Nacional de Personal

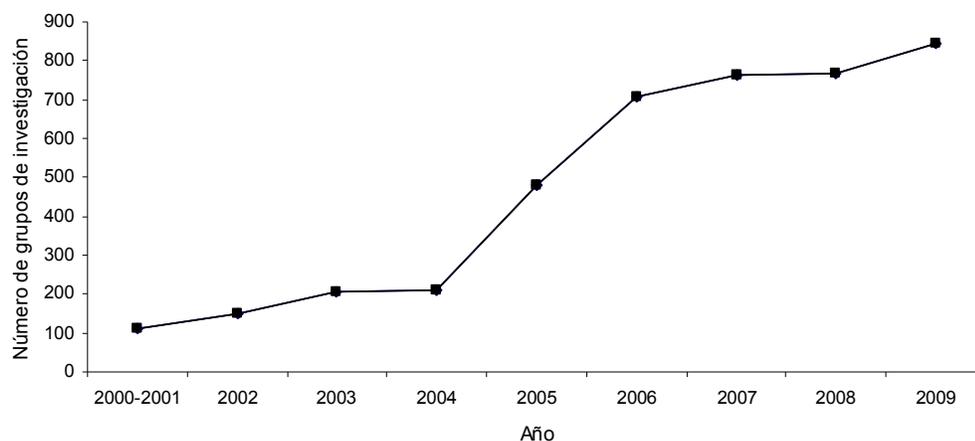
En el Anexo 2, se presenta la información detallada de los artículos, patentes y registros de producto, participaciones en eventos académicos, libros y capítulos de libro, en los que hizo presencia la comunidad académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Dos tesis de las 20 sustentadas generaron patentes. Una se encuentra en trámite y otra fue concedida a dos profesores del programa (uno de ellos pensionado).

De las 20 tesis sustentadas a abril de 2012 (en los últimos 9 años), una obtuvo mención laureada y 12 mención meritoria.

#### 6.4 Preguntas de análisis

##### ¿Qué actividades realiza el programa para fortalecer y estimular su estructura investigativa?

La Universidad Nacional de Colombia es uno de los principales actores del Sistema Nacional de Investigación; asume la investigación como parte esencial de sus procesos misionales y, a lo largo de la historia, ha realizado esfuerzos significativos para consolidarla<sup>27</sup>. En 2009, la Universidad contaba con 823 grupos de investigación activos, 570 categorizados por el Departamento Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), de los cuales 42 son categoría A1. La figura 6.1 muestra la evolución del número de grupos de investigación de la Universidad entre 2000 y 2009.



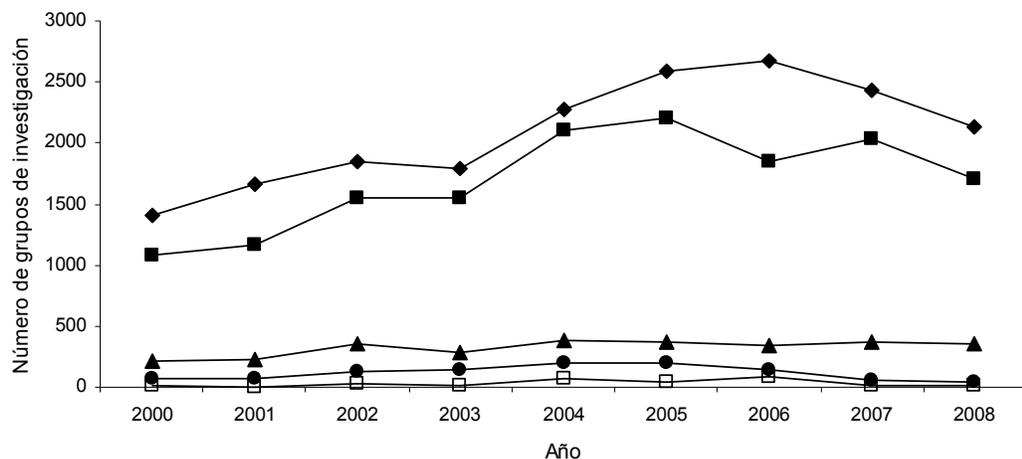
**Figura 6. 1. Grupos de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2009<sup>28</sup>.**

<sup>27</sup> Vicerrectoría de Investigación, Capacidades de Investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008, Una aproximación desde el capital intelectual, 2009

<sup>28</sup> Ibídem.

Según la Resolución 707 de junio de 2009 de Colciencias, el número de grupos categorizados por esta entidad es 3,489, 16.5% de los cuales pertenece a la Universidad Nacional de Colombia. Del total de grupos en la categoría máxima, A1, 31 % pertenecen a la Universidad, ubicándola como la institución de mayor peso específico en la calidad de la investigación en el contexto nacional<sup>29</sup>. 16% de los grupos de la Universidad pertenecen al área Ciencias de la Ingeniería y Tecnologías. De los grupos de investigación de la Universidad, 508 pertenecen a la Sede Bogotá, 60% del total, 23 de ellos categorizados A1 por Colciencias<sup>30</sup>. De estos grupos, 48 se clasifican en el área Ciencias de la Ingeniería y Tecnologías.

La figura 6.2 muestra el número de artículos, capítulos de libro, libros y productos patentados y no patentados, categorizados como generación de nuevo conocimiento, producidos por la Universidad Nacional de Colombia. En la sede Bogotá, durante el periodo 2005 – 2008, se publicaron 3,067 artículos en revistas indexadas, 1,184 capítulos de libro, 791 impresos universitarios, 334 libros y 3 patentes.<sup>31</sup>



**Figura 6. 2 Productos clasificados como generación de conocimiento, periodo 2000 – 2008<sup>32</sup>. (◆) Artículos (■) Capítulos de libro (▲) Libros (●) Productos no patentados (□) Productos patentados**

La Vicerrectoría de Investigación desarrolla el proyecto Agendas de Conocimiento, que busca “construir una visión compartida de futuro de la Universidad en el contexto nacional e internacional en conjunto con la comunidad académica y algunos actores de la sociedad en los

<sup>29</sup> *Ibidem*.

<sup>30</sup> Departamento Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Colombia, que periódicamente abre una convocatoria nacional para la medición de grupos de investigación en ciencia, tecnología e innovación, en donde la categoría A1 corresponde al máximo índice de desarrollo en términos de resultados académicos

<sup>31</sup> *Ibidem*.

<sup>32</sup> *Ibidem*.

ejes temáticos que se definan, que sirvan de insumo para avanzar en la construcción de la UN como una universidad moderna de investigación”<sup>33</sup>.

En este contexto general, estudiantes, profesores y egresados de la carrera participan en proyectos de investigación y extensión, en donde se articulan los cuatro programas del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental: Doctorado en Ingeniería-Ingeniería Química, Maestría en Ingeniería-Ingeniería Química, Maestría en Ingeniería-Ingeniería Ambiental, e Ingeniería Química.

### **6.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 5**

La actividad fundamental del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química es formar investigadores mediante la realización de tesis que se enmarca en proyectos de investigación. Además, el programa constituye en un espacio para que los profesores que pertenecen a Grupos de Investigación desarrollen sus proyectos, en donde los ejecutores son, entre otros, estudiantes del programa. El Área Curricular apoya la realización de pasantías en las que se hace parte de las investigaciones y la participación en eventos académicos en donde presentan los resultados.

Finalmente, la tabla 6.2 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 10.2 sobre 12.

**Tabla 6.2 Calificación de las características del Factor 5: Investigación.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Articulación de la investigación con el proyecto institucional y los objetivos del programa.	4	3.5
Estructura investigativa (grupos, líneas de investigación y creación artística, proyectos, recursos que sustentan el programa).	4	3.6
Producción científica de los estudiantes y profesores del programa, y su impacto.	4	3.2

---

33

[http://www.viceministerio.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=117](http://www.viceministerio.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=117)



## **7. Análisis del Factor 6: Articulación con el medio**

### **7.1 Articulación de los objetivos del programa con otros programas**

El Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario establece que “Teniendo en cuenta la diversidad de intereses y la singularidad de cada estudiante, la Universidad promoverá estrategias que posibiliten diferentes trayectorias de formación a través de una oferta amplia de asignaturas, la reducción de prerrequisitos, las asignaturas comunes, la flexibilidad académica, la movilidad estudiantil y la participación en procesos de investigación y extensión interdisciplinarios. Los estudiantes podrán decidir sobre distintos énfasis académicos y pedagógicos, así como diversas orientaciones en líneas de profundización e investigación para su formación. La diversidad del perfil de los egresados les permitirá mejores condiciones para su participación en la sociedad, lo que redundará en el desarrollo de la nación. Para facilitar este proceso se adoptarán las consejerías docentes.”

En ese contexto, la Rectoría de la Universidad mediante la Circular 001 de 2010 dice que:

A través de la participación de la Universidad en la constitución o conformación de Redes Nacionales o Internacionales se garantizan y materializan los fines Institucionales establecidos en los artículos 2 literales b, c, f) e i) del Decreto 1210 de 1993 y 3 Numerales 1, 2, 3, 7, 10 y 11 del Acuerdo 011 de 2005 del Consejo Superior Universitario, es decir: a) Se contribuye a la Unidad Nacional y a su vinculación con el ámbito internacional; b) Se participa en la creación y asimilación crítica del conocimiento en los campos avanzados de las ciencias, la técnica, la tecnología, el arte y la filosofía; c) Se promueve tanto el desarrollo de la comunidad académica de la Universidad, como la comunidad académica nacional y se fomenta su articulación internacional; y d) Se hace partícipes de los beneficios de la actividad académica e investigativa de la Universidad Nacional de Colombia a los diferentes sectores sociales que conforman la nación colombiana.

En concordancia con lo anterior, al tenor del artículo 2 del Acuerdo 002 de 2008 del Consejo Superior Universitario, para el cumplimiento de sus fines, misión y funciones, la Universidad puede celebrar todo tipo de acuerdos de voluntades (además de convenios, contratos y órdenes contractuales) con entidades públicas, privadas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, atendiendo las disposiciones aplicables consignadas en las normas internas de la Universidad y las normas de ciencias y tecnología, y/o demás disposiciones particulares aplicables.”

Por otra parte, en el Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química se establece la articulación de las líneas de investigación, descritas en la sección 6.2, con los diferentes Departamentos, Programas e Institutos de la Universidad. Las líneas de investigación reflejan los temas en que los profesores de los distintos programas del área han venido trabajando. Muchos de los trabajos de grado y tesis de maestría en Ingeniería Química se han realizado en el Instituto de Biotecnología o en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos; los profesores que investigan en temas de polimerización dirigen tesis del Doctorado de Materiales y Procesos; profesores del Departamento de Farmacia hicieron el Doctorado o realizan proyectos conjuntos en la línea de polímeros y en la de Bioprocesos; por último, profesores del programa participaron activamente en la construcción de las Agendas del Conocimiento de la Universidad.

Las Agendas del Conocimiento tienen como objetivo<sup>34</sup> “construir una visión compartida de futuro de la Universidad en el contexto nacional e internacional en conjunto con la comunidad académica y algunos actores de la sociedad en los ejes temáticos que se definan, que sirvan de insumo para avanzar en la construcción de la UN como una universidad moderna de investigación”.

“Es relevante el énfasis dado en esta iniciativa a la integración de las diversas capacidades, particularmente en investigación y extensión, y a su interacción con distintos niveles de la sociedad y el Estado. Se reconoce entonces la necesidad de articular de mejor manera los distintos sectores del conocimiento y de los saberes, realimentando a la Universidad del entorno externo, de los retos y desafíos que afronta la sociedad en un proceso de grandes cambios en lo económico, lo social, lo político y lo cultural”.

“La Vicerrectoría de Investigación y sus direcciones nacionales vienen adelantando un importante proceso para promover la Universidad como agente de cambio social a través de la construcción y gestión del conocimiento, y de la construcción de sinergia que conduzcan a aportar en la solución de requerimientos de la sociedad. Para ello, se ha avanzado en acciones para la identificación de capacidades en materia de investigación y extensión como insumo para la formulación de portafolios, así como la recopilación de información estratégica a partir de indicadores, definición de campos de interés. Todo ello, como insumo para los ejercicios prospectivos y que requieren revisiones transversales de la oferta institucional y análisis de las

---

<sup>34</sup> Consultado en

[http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103:agendas-de-conocimientos&catid=34:agendas-de-conocimiento&Itemid=117](http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com_content&view=article&id=103:agendas-de-conocimientos&catid=34:agendas-de-conocimiento&Itemid=117).

relaciones entre la Universidad, el Estado y la Sociedad, así como de los mecanismos de seguimiento y evaluación de los programas de investigación y extensión”.

Las líneas de investigación del programa hacen parte de las siguientes Agendas de Conocimiento de la Universidad:

- Energía
- Recursos minerales y materiales
- Biotecnología
- Desarrollo económico, industrial y gestión

## **7.2 Relación del programa con el entorno**

La principal relación del programa con el entorno es a través de los proyectos de investigación que desarrolla la comunidad académica vinculada. En el Anexo 1 puede verse un listado detallado de estos proyectos, los cuales están relacionados con aspectos clave para el país. Las tesis finalizadas de acuerdo con los temas se listan a continuación:

### **Biocombustibles**

- Producción de ésteres metílicos de ácidos grasos en un reactor de película líquida descendente.
- Estudio del proceso de producción de biodiésel mediante extracción reactiva.
- Valorización del glicerol por el reformado con vapor para la producción de hidrógeno.
- Estudio de los ésteres de glicerina.
- Producción de alfa sulfo-estearato de metilo en un reactor de película descendente.
- Análisis y minimización de la entropía generada en un proceso de destilación extractiva para la deshidratación de etanol.

### **Materiales**

- Estudio del fenómeno de adhesión a superficies biológicas de películas obtenidas a partir de biopolímeros, para aplicación en el área de la salud.
- Efecto de las condiciones de cultivo y purificación sobre las propiedades fisicoquímicas y de transporte de membranas de celulosa bacteriana.
- Producción y modelamiento de gliceril-ésteres como plastificantes para PVC.

### **Catalizadores**

- Modificación de las características superficiales de un carbón activado y su aplicación como catalizador en la deshidrogenación oxidativa de isobutano.
- Estudio de perovskitas de  $\text{LaNixFe}_{1-x}\text{O}_3$  y  $\text{LaCoxFe}_{1-x}\text{O}_3$  en la producción de gas de síntesis por reformado de etano.
- Óxidos mixtos Ce-Zr-Co como catalizadores en la producción de hidrógeno por reformado de etanol.
- Oxidación parcial de metano a formaldehído.

### **Bioprocesos**

- Diseño de proceso de cultivos de células y tejidos vegetales de uchuva (*Physalis peruviana L.*) para la obtención de whitanólidicos.
- Degradación de residuos de floricultura para la obtención de azúcares con hongos lignocelulolíticos.
- Establecimiento de cultivos de células en suspensión de *thevetia peruviana* y elicitación de la producción de metabolitos secundarios tipo glicósidos cardiotónicos.
- Evaluación de un sistema de biorreacción para la producción de escopolamina por cultivo de raíces de *Brugmansia Cándida*.
- Estudios para la reutilización de jarabes provenientes de la deshidratación osmótica de frutas.
- Diseño computacional de agentes de extracción para la separación de compuestos orgánicos en corrientes acuosas – aplicación de ácido láctico.

Otra relación con el entorno es el trabajo que desarrollan sus egresados. De los 17 doctores egresados del programa, 15 son docentes en diferentes universidades del país, lo que representa un aporte positivo a la calidad de la educación.

En el nivel Nacional de la Universidad, y existe la Oficina de Relaciones Internacionales e Interinstitucionales (ORI), la cual tiene como objetivo principal facilitar la movilidad de estudiantes, profesores y empleados administrativos de la Universidad Nacional hacia las universidades, institutos y organizaciones educativas con las que existan convenios de intercambio educativo e investigativo. También se encarga de buscar y gestionar la elaboración de los diferentes Convenios de interés general para la Universidad, de los cuales mantienen información actualizada.

Como se sugirió, la Universidad Nacional de Colombia, a través de la ORI, realiza Convenios con universidades e institutos de todo el mundo, con el fin de generar vínculos de cooperación académica e investigativa que faciliten el intercambio y la movilidad estudiantil y profesoral. Los convenios internacionales suscritos por la Universidad son de dos tipos: **marco**, que permiten cualquier tipo de cooperación y **específicos**, que facilitan la cooperación en áreas o en actividades específicas.

La Universidad mantiene convenios con universidades e institutos de investigación de diferentes países, así como con entidades gubernamentales y privadas nacionales. Para enero y marzo de 2010, respectivamente, se puede hablar de la existencia de alrededor de 1,000 convenios, de los cuales la mayoría están vigentes. En el Anexo 4 puede consultarse información más amplia.

En la Facultad de Ingeniería, la Oficina de Relaciones Internacionales<sup>35</sup> se encarga de liderar las acciones necesarias para guiar, promover y coordinar el proceso de internacionalización, con la ayuda de la ORI de la Universidad y de los diferentes organismos que apoyan la internacionalización. El objetivo general es definir alianzas estratégicas con instituciones de educación superior del mundo, para que estudiantes y docentes de la Facultad participen en actividades internacionales como semestres o años en el exterior, pasantías empresariales y de investigación y cursos de idiomas. Los más de 100 convenios específicos de la Facultad, principalmente con Universidades de Norte, Centro y Sur América, y Europa, pueden consultarse en la página <http://www.ing.unal.edu.co/ori/index.php?page=convenios&module=show>.

Los convenios específicos del Programa de Doctorado son individuales, y es así como para cada una de las cuatro tesis que se han desarrollado en la modalidad de co-tutela se ha firmado el respectivo convenio con las Universidades de Estrasburgo y de Nancy, con las cuales se sigue trabajando.

Las relaciones del Departamento y del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental con los sectores público y privado se establecen de diferentes formas: Prácticas y Pasantías estudiantiles, Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Proyectos de Extensión y Servicios que presta el Laboratorio de Ingeniería Química.

En el periodo 2006 a 2011, 247 estudiantes del Programa de Ingeniería Química hicieron pasantías y 234 realizaron prácticas en empresas del sector químico colombiano. Los buenos resultados originan con algunas de ellas una relación tan sólida, que da lugar al relevo semestral

---

<sup>35</sup> Consultar <http://www.ing.unal.edu.co/ori/index.php>

o anual de practicantes e, inclusive, a la continuidad de algunos estudiantes, entre su práctica y el trabajo final en la modalidad pasantía. Respecto al programa, la importancia de las actividades mencionadas radica en que allí nacieron varios proyectos de desarrollo tecnológico, en los que participan estudiantes de Maestría y de Doctorado, como en el caso de Carboquímica S. A.

Los Proyectos de Extensión, que se presentan en el Anexo 5, permiten crear vínculos, en especial con el sector público, ya que muchos de tales proyectos se hacen para entidades estatales como la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (Uaesp), la Secretaría de Ambiente del Distrito Capital (anteriormente Departamento Administrativo de Medio Ambiente) y el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Mavdt).

Por otra parte, a través del Laboratorio de Ingeniería Química, los docentes y el personal administrativo asociado al Programa desarrollan actividades de extensión en la modalidad servicios académicos, mediante la realización de ensayos de caracterización de productos químicos, principalmente combustibles, pinturas, polímeros, lubricantes y recubrimientos, solicitados por diversas empresas: Subaru, Automotores Comagro, Alfa, Steward and Stevenson, Brío de Colombia, Carboquímica, BASF, Lubricantes de la Sabana, Yanbal, Automercol, Cenipalma, Ospinas y Cia., Copidrogas, Cerracol, Azul K, Sigra y Cyquim (cuya planta de producción en Bogotá fue recientemente desmontada), entre muchas otras. La tabla 7.1 presenta el número de órdenes de trabajo atendidas y los ingresos anuales del Laboratorio por este concepto.

**Tabla 7.1 Órdenes de trabajo e ingresos del Laboratorio de Ingeniería Química por servicios académicos<sup>36</sup>**

Concepto	Año				
	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Órdenes de trabajo</b>	76	82	103	112	114
<b>Ingresos (\$)</b>	88,747,920	76,767,960	74,161,000	56,172,990	103,541,500

En la modalidad Educación Continua y Permanente, profesores del Departamento ofrecieron desde 2005 91 cursos de actualización y capacitación, destacándose los ofrecidos a través del Seminario del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. En del marco de la V Cátedra Internacional de Ingeniería, actividad que programa la Facultad de Ingeniería desde 2007,

<sup>36</sup> Tomado de los Reportes Totales de Ingresos por Órdenes de Trabajo de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de los meses de diciembre de 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011, y de los Consolidados Totales de cada uno de esos años. Estos informes fueron generados por la Unidad de Ensayos del Instituto de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería (IEI), y se presentan en el Anexo VIII.

profesores del Departamento coordinaron y participaron en tres cursos de los trece ofrecidos en 2011<sup>37</sup>. En el Anexo 6 aparece el listado detallado de los cursos de extensión.

### **7.3. Relevancia e innovación de las líneas de investigación para el desarrollo del país o de la región y el avance en la disciplina**

Los grupos de investigación asociados al programa no cuentan con un documento en el que se exprese su relevancia e impacto para el desarrollo del país, la región o el nivel local.

Sin embargo, en el período 2005 a 2011 se generaron 520 productos o procesos a partir de actividades académicas de investigación o de extensión desarrolladas en el programa, que han dado lugar a innovaciones, cambios o mejoras en el entorno.

50% de los estudiantes, 78% de los profesores y 67% de los egresados manifiestan tener conocimiento del impacto para el país de las líneas de investigación del programa a través de los proyectos asociados con las mismas.

### **7.4 Preguntas de análisis**

**¿A partir de las actividades de docencia, investigación o extensión que desarrolla el programa, cuál es papel que desempeñan en su comunidad y en la sociedad?**

El programa desempeña un papel fundamental en la sociedad colombiana, en especial para la industria química, por su compromiso en la formación de profesionales de alto nivel, con capacidad para liderar procesos de generación de conocimiento, condición ineludible para que las empresas y el país sean competitivos en un contexto de globalización cada vez más acentuada.

Adicionalmente, un número significativo de sus egresados se vincula a universidades públicas y privadas, en donde contribuyen en la formación de profesionales para la industria química, además de fortalecer áreas de investigación existentes, o contribuir a su creación.

Por otra parte, con frecuencia creciente el programa se compromete en proyectos de investigación con empresas colombianas, que se convierten en eslabones para el desarrollo de nuevos productos y procesos a nivel industrial.

---

<sup>37</sup> Información tomada de <http://www.ing.unal.edu.co/catedra/20/>, consultada el 11 de enero de 2012

Resulta destacable, también, el rol que juega el programa en la generación de conocimiento alrededor de algunos recursos naturales del país, con el propósito de desarrollar tecnologías y procesos para su aprovechamiento racional y, por supuesto, productos útiles para la sociedad, a nivel personal o empresarial.

### **7.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 6**

El programa de Doctorado en Ingeniería Química se relaciona con el entorno a través de los proyectos de investigación y extensión que desarrollan profesores y estudiantes vinculados a los grupos de investigación, de los egresados que se desempeñan como docentes en universidades (la mayoría de ellas de carácter público) y de convenios para la realización de trabajos de investigación conjuntos con empresas, universidades y grupos internacionales.

Finalmente, la tabla 7.2 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 7.4 sobre 10.

**Tabla 7.2 Calificación de las características del Factor 6: Articulación con el medio.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Articulación de los objetivos del programa con otros programas.	2	2.0
Relación del programa con el entorno.	4	3.5
Relevancia e innovación de las líneas de investigación para el desarrollo del país o de la región y el avance en la disciplina.	4	1.8

## **8. Análisis del factor 7: Internacionalización**

### **8.1 Movilidad de los estudiantes y de los profesores del programa**

Como se mencionó, las ORI de la Universidad y de la Facultad se encargan de gestionar las relaciones Internacionales e Interinstitucionales de la Universidad. El Anexo 4 se refiere a los convenios con otras instituciones.

Los requisitos para realizar un intercambio académico están definidos en la Resolución 13 de la Vicerrectoría Académica, del 25 de mayo de 2005. En relación con el programa, la mayoría de estudiantes realizan pasantías internacionales, para lo cual requieren aprobación por parte del Consejo de Facultad, que se tramita a través del Comité Asesor de los Programas de Posgrado del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental. Como política general, se prefiere que el estudiante tenga aprobada su propuesta de tesis.

De los 17 graduados 15 han hecho pasantía en diferentes universidades e institutos de investigación de Europa y América Latina. Seis de los 14 profesores del programa han realizado pasantías o estancias de investigación. Todos ellos han desarrollado actividades académicas en universidades o institutos extranjeros: estudios doctorales, cursos bajo su responsabilidad o en calidad de profesores visitantes.

Así mismo, siete de las tesis sustentadas (40%) han tenido co-directores externos a la Universidad, cinco de los cuales pertenecen a universidades extranjeras.

Los estudiantes califican con 3.4 la divulgación para vincularse a un grupo de investigación, mientras que los egresados lo hacen con 3.8.

### **8.2 Internacionalización del currículo**

Los lineamientos para la homologación de cursos y la doble titulación están definidos en el reglamento estudiantil, Acuerdo 008 de 2008. Con respecto a los estudiantes de posgrado, el artículo 49 establece que estos no tienen derecho a una doble titulación con la misma admisión, aunque pueden cursar diferentes programas de posgrado cumpliendo con los requisitos de cada uno en forma independiente.

En 2010 se homologaron dos asignaturas cursadas en instituciones nacionales y en 2011 cuatro cursadas en instituciones internacionales.

Como se mencionó, cuatro de los 20 estudiantes del programa que han sustentado su tesis lo han hecho bajo acuerdos de doble titulación, como también uno de los estudiantes admitidos en 2011-2.

El Área Curricular ha participado activamente en la Cátedra Internacional de Ingeniería, que se realiza desde 2007, y en la cual, con el apoyo de reconocidos expertos internacionales estudiantes y profesores locales pueden conocer los trabajos académicos realizados en las Universidades, Centros e Institutos de Investigación de donde proceden los invitados, a través de tecnologías, desarrollos y conocimientos novedosos.

Esta Cátedra se dicta preferiblemente en inglés, con el propósito de reforzar las habilidades en dicho idioma. Adicionalmente, por supuesto, se fomenta la interacción con otras culturas y la posibilidad de comparar los contenidos y métodos de enseñanza y evaluación de nuestros cursos con los abordados y utilizados por otras comunidades académicas. Docentes de la Facultad de Ingeniería coordinan los cursos específicos, apoyan la preparación de la Cátedra y participan en el desarrollo de la misma, como docentes nacionales.

Los cursos que se programan en la Cátedra se ofrecen a estudiantes de posgrado, aunque la mayoría de los participantes son estudiantes de pregrado que han completado al menos 70% de los créditos de su Programa o que cumplen con el pre-requisito del curso específico. A estos cursos pueden inscribirse estudiantes de cualquiera de las Facultades de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.

En la cuarta edición de la Cátedra, realizada en julio de 2010, se ofrecieron los siguientes cursos:

- Nanomaterials: synthesis, characterization and applications
- Biorefineries: principles and applications
- Innovation engineering and marketing
- Science and engineering of climate change

En la quinta edición de la Cátedra, realizada en julio de 2011, se ofrecieron los siguientes cursos:

- Ingeniería de la Innovación: de la idea al mercado

- Seguridad en Ingeniería de Procesos
- Avances en ciencia e ingeniería de polímeros: biomateriales, ingeniería, simulación y polimerización

Además de estos cursos, los profesores del programa han organizado o participado en la organización de los siguientes eventos internacionales:

- 6° Simposio Latinoamericano de Alcoholes y Levaduras, Bogotá, junio 20 al 22 de 2007.
- Curso sobre Fundamentos y Aplicaciones en Procesos de Separación con membranas, junio 8 al 10 de 2011<sup>38</sup>.
- Encuentro Andino de Usuarios de Ansys, Bogotá, noviembre 2 y 3 de 2011.
- VI Congreso Internacional de Materiales, Bogotá, noviembre 27 al 30 de 2011<sup>39</sup>.

Como se mencionó, profesores del Departamento ofrecieron 91 cursos de actualización y capacitación, en la modalidad Educación Continua y Permanente. Estos cursos se relacionan en el Anexo 6.

### **8.3 Intercambio de producción académica originado en el programa**

Entre 2005 y 2011, los profesores participaron en 285 eventos académicos nacionales e internacionales, en 92 de los cuales lo hicieron también estudiantes de doctorado.

Como se mencionó, 16 de los 17 graduados han hecho pasantía en diferentes universidades e institutos de investigación de Europa y América Latina, y 8 de las tesis, así como los proyectos de investigación en las que se enmarcan se han desarrollado conjuntamente.

### **8.4 Preguntas de análisis**

#### **¿Cómo son las relaciones e intercambios del programa a nivel internacional?**

---

<sup>38</sup> Este curso se organizó entre el Departamento de Ingeniería Química (UN, Bogotá) y la Escuela Piloto Internacional del Programa de Ingeniería Química/COPPE, de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ).

<sup>39</sup> Este Congreso se organizó en conjunto con el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, y tuvo lugar en las instalaciones de dicha Institución.

Aunque la Universidad Nacional de Colombia tiene convenios vigentes con cientos de universidades y empresas nacionales e internacionales, las relaciones e intercambios del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química se dan alrededor de vínculos personales y profesionales de los profesores del programa con los de las instituciones referidas. Con base en relaciones de esta naturaleza, 15 de los 17 egresados han realizado pasantías en el exterior y se han desarrollado cuatro tesis en co-tutela.

### **8.5 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 7**

El programa, desde sus inicios, ha mantenido relaciones internacionales, principalmente con universidades europeas, que han permitido el desarrollo de tesis, proyectos de investigación y firma de convenios.

Finalmente, la tabla 8.1 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 8.6 sobre 10.

**Tabla 8.1 Calificación de las características del Factor 7: Internacionalización.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Movilidad de estudiantes y profesores del programa.	4	3.4
Internacionalización del currículo.	2	1.8
Intercambio de producción académica originado en el programa.	4	3.4

## 9. Análisis del Factor 8: Bienestar y Ambiente Institucional

### 9.1 Apoyo institucional para el bienestar

El Acuerdo 044, de diciembre 1 de 2009, contiene las Disposiciones de Bienestar y Convivencia del Estatuto Estudiantil y su objetivo es:

Establecer las normas básicas que permitan orientar y desarrollar las políticas y programas de Bienestar Estudiantil y regular la participación de los estudiantes en la Universidad, con el fin de promover una convivencia armónica en las relaciones dentro de la comunidad estudiantil y de ésta con los demás actores que conforman la comunidad universitaria.

Los principios de este Acuerdo y, por lo tanto, de las Políticas de Bienestar y Convivencia de la Universidad, son:

a) **Equidad.** Implica que las prácticas académicas y administrativas que se desarrollen asignan valor ético a las diferencias de género, etnia, clase, edad, orientación sexual y a las situaciones de discapacidad de quienes concurren en la vida universitaria. La igualdad de oportunidades en el acceso y permanencia a la educación superior pública impartida por la Universidad Nacional de Colombia, impone reconocer las diferencias entre todos sus integrantes, en un ambiente de pluralidad y reconocimiento de las vulnerabilidades.

b) **Compromiso mutuo.** En aras del aprendizaje cotidiano de una ética pública que comprometa a todas las personas que integran la comunidad universitaria, corresponde a la Institución diseñar y desarrollar políticas, estrategias, mecanismos y acciones para reconocer, procesar y, en lo posible, solucionar los conflictos que puedan presentarse; y corresponde a los estudiantes el ejercicio de sus libertades y derechos en forma responsable, creativa y propositiva, para cumplir a cabalidad sus deberes, de tal forma que todas sus acciones redunden en beneficio propio, de la Universidad y de la sociedad.

c) **Autonomía.** Es la potestad que tiene el estudiante de aprender, estudiar, investigar, formarse e integrarse social y culturalmente en la Universidad, con independencia y según su propio criterio.

d) **Solidaridad.** Es la capacidad de asumir compromisos individuales y colectivos con otros en aras del bien común.

e) **Resolución pacífica de conflictos.** Es la recomposición de las relaciones sociales afectadas por un conflicto, a través del diálogo, la conciliación y otros mecanismos alternativos que conserven este espíritu.

El Estatuto incluye, además, la declaración de principios sobre los que reposan las relaciones entre estudiantes, y de ellos con la Universidad, los derechos y deberes de todos los estudiantes de la Universidad, y enuncia las directrices para crear el sistema de acompañamiento.

De igual manera, establece las Directrices del Bienestar Universitario y el Sistema de Bienestar, reservándose el CSU la facultad de expedir su reglamentación. El Estatuto establece las condiciones, derechos y deberes de la Representación Estudiantil y de los Comités de Representantes Estudiantiles; incluye estímulos a los estudiantes por actividades diferentes al desempeño académico y, finalmente, se refiere al mecanismo de conciliación para la solución de conflictos y a los aspectos disciplinarios.

La División de Bienestar, a través de la División de Apoyo Socioeconómico, promueve el desarrollo socioeconómico de los miembros de la comunidad universitaria, mediante “la ejecución de programas con criterio de solidaridad y equidad, que garanticen la permanencia digna de los estudiantes en la Universidad, eleven la calidad de vida, incentiven la excelencia académica y propendan por el desarrollo laboral y profesional de los egresados”<sup>40</sup>.

La Dirección de Bienestar Universitario de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia tiene como principios el mejoramiento de la calidad de vida y la construcción de comunidad, en el marco de la formación integral. A través de dos unidades, Gestión de Proyectos y Formación Artística y Cultural, atiende los aspectos relacionados con Salud Estudiantil, Recreación y Deportes, Promoción Estudiantil y Bienestar Docente y Administrativo.

La Dirección Nacional de Divulgación Cultural (DNDC), dependencia de la Vicerrectoría Académica, tiene como misión

Establecer políticas, adoptar planes, programas y proyectos institucionales, que permitan generar nuevas interacciones entre la educación y la cultura, que contribuyan a la construcción de ciudadanía y al mejoramiento del tejido social” y como objetivo general “desarrollar un plan de fomento de las prácticas artísticas, desde una política de apertura y participación de los movimientos culturales nacionales e internacionales, concibiendo a la Universidad Nacional de

---

<sup>40</sup> Tomado de [http://www.unal.edu.co/bienestarbogota/div\\_promocion.html#uno](http://www.unal.edu.co/bienestarbogota/div_promocion.html#uno), consultada el 29 de abril de 2010.

Colombia como un gran centro cultural y actor fundamental en la construcción de los procesos culturales a largo plazo.

Bajo su responsabilidad están el Museo de Arte y el Auditorio León de Greiff, Premio Nacional de Arquitectura en 1974 y declarado Monumento Nacional en 1996, con capacidad para 1619 espectadores.

Los programas a través de los cuales la DNDC cumple su misión son: Crítica Cultural, Lecturas Inéditas, Música Contemporánea, Orquesta Internacional, Ciudad Abierta y Sistema Patrimonio Cultural y Museos, cada uno de los cuales cuenta con múltiples actividades, como conferencias, seminarios, foros, talleres, concursos abiertos, encuentros, cátedras, festivales, recitales, semanas culturales y conversatorios, entre otras.

El Sistema Patrimonio Cultural y Museos está constituido por 25 museos y colecciones museográficas, la mayoría de los cuales se encuentra en la Sede Bogotá: Claustro de San Agustín, Museo de Arquitectura Leopoldo Rother, Museo de Historia Natural, Museo de la Ciencia y el Juego, Museo de Arte, Casa Museo Gaitán, Museo Entomológico, Museo de Historia de la Medicina, Museo de Ciencias Forenses, Museo Organológico Musical, Laboratorio de Etnografía, Laboratorio de Arqueología, Ceramoteca, Colección de Geociencias, Colección de Antropología, Observatorio Astronómico Nacional, Herbario Nacional, Colección Arqueológica del Instituto de Ciencias Naturales, Archivo Central e Histórico.

En lo que tiene que ver con Recreación y Deportes, las actividades se concentran en dos áreas:

b) Área de competencia, docencia y valoración deportiva.

La Sede cuenta con selecciones en 18 disciplinas deportivas, 4 de ellas (baloncesto, fútbol, fútbol sala y voleibol) en modalidades masculina y femenina, las cuales representan a la Universidad en competencias, que van desde el ámbito local hasta el internacional.

Con el propósito de mejorar su rendimiento y competitividad, además de utilizar los escenarios deportivos de manera preferencial en horarios especiales, cuentan con adiestradores o entrenadores especializados, y con la asistencia de profesionales de medicina, fisioterapia, nutrición y psicología.

Adicionalmente, esta área es responsable de la asignatura Deporte, electiva que pueden cursar los estudiantes de los diferentes programas académicos de pregrado, en cualquiera de las disciplinas deportivas.

c) Área de recreación y uso del tiempo libre.

Cada semestre se programan dos temporadas de cursos libres, que se ofrecen en 16 modalidades deportivas, tanto a los integrantes de la comunidad universitaria, como a personas externas.

Se programan también diversas clases de torneos y competencias en la Universidad y se promueve la participación en eventos especiales, como la Semana Universitaria.

En la Sede Bogotá, la Universidad cuenta con los siguientes escenarios deportivos:

- Cuatro canchas de tenis de campo.
- Tres canchas auxiliares multifuncionales, de piso sintético.
- Tres canchas auxiliares multifuncionales convencionales.
- Ocho canchas auxiliares de fútbol.
- Un centro polideportivo.
- Una cancha acústica, con cancha auxiliar multifuncional.
- El estadio “Alfonso López Pumarejo”, Monumento Nacional, con pista atlética, y
- El anillo vial.

El Acuerdo 028 de 2010 organiza el Sistema Nacional de Becas para estudiantes de Posgrado de la Universidad Nacional de Colombia, definiéndolo como un conjunto de apoyos económicos combinados con la exención de pago de derechos académicos que la Universidad le brinda a los estudiantes de posgrado con buen desempeño académico. A nivel de Facultad, el acuerdo 002 de 2011 establece un conjunto de estímulos para los estudiantes de posgrado, que incluyen:

- Exención de pago para estudiantes sobresalientes.
- Exención de pago para estudiantes con mejores puntajes en examen de estado de calidad de la educación superior.
- Exención de pago por inscripción de la tesis y el trabajo final como única actividad académica.

Por otra parte, los profesores de la Universidad que cursen estudios de posgrado en la misma o en otra institución nacional o internacional, pueden solicitar Comisión de Estudios Interna, con derecho a la asignación mensual, con la condición de que al finalizar preste servicios por el

doble del tiempo de la comisión concedida. Por otra parte, el Acuerdo 119 de 1987 del CSU contempla la exención del pago de matrícula y derechos académicos para docentes de la Universidad Nacional de Colombia.

La Tabla 9.1 muestra la lista de egresados del programa, e identifica la beca o apoyo económico otorgado.

**Tabla 9.1 Becas y apoyos económicos de los egresados del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química**

Nombre		Beca o apoyo económico
José de Jesús	Díaz Velásquez	Comisión de estudios – Exención
Gerardo	Rodríguez Niño	Comisión de estudios – Exención
Mario Enrique	Velásquez Lozano	Comisión de estudios – Exención
Paulo Cesar	Narváez Rincón	Comisión de estudios – Exención
Jesús Alfonso	Torres Ortega	Beca Colciencias
Julio Cesar	Vargas Sáenz	Comisión de estudios – Exención
Mario	Arias Zabala	Comisión de estudios – Exención
Carlos Alberto	Guerrero Fajardo	Comisión de estudios – Exención
Ruth Yolanda	Ruiz Pardo	Beca Colciencias
Bibiana Margarita Rosa	Vallejo Díaz	Comisión de estudios – Exención
Ángela María	Otálvaro Álvarez	Beca Colciencias
Juan Carlos	Serrato Bermúdez	Beca UN – Estudiantes sobresalientes
Luz Dary	Carreño Pineda	Beca UN – Estudiantes sobresalientes
Diego Fernando	Mendoza Munoz	Beca UN – Estudiantes sobresalientes
Juan Guillermo	Cadauid Estrada	Comisión de estudios – Exención
Balkys Esmeralda	Quevedo Hidalgo	Apoyo Universidad Javeriana (70% de la matrícula y descarga parcial)
Oscar Yesid	Suárez Palacios	Beca UN – Estudiantes sobresalientes
Marcia Carolina	Araque Marin	Beca UN – Estudiantes sobresalientes

Como se observa, todos los egresados ha sido beneficiarios de diversas modalidades de becas, otorgadas en su mayoría por la Universidad Nacional, habida cuenta de su calidad de estudiantes sobresalientes de posgrado o por ser profesores de la Institución. 89% de los estudiantes del programa han sido beneficiarios de becas y comisiones de estudio, en su mayoría de la Universidad Nacional y, en menor proporción, por parte de Colciencias y de otras universidades. Sin embargo, todos los estudiantes cuyos proyectos de tesis han sido aprobados, se han beneficiado con la exención de pago de derechos académicos por cursar como única actividad académica la tesis de doctorado.

La tabla 9.2 presenta la apreciación de los estudiantes del programa de doctorado en Ingeniería Química sobre la calidad de los servicios de bienestar de la Universidad relacionados con el

apoyo a la salud física y mental, oferta deportiva, cultural y recreativa, estadias cortas en el exterior, consecución de vivienda para estudiantes extranjeros que se vinculan al programa, becas y servicios educativos para sus hijos.

**Tabla 9.2** Apreciación de la calidad de los servicios de bienestar de la Universidad por parte de los estudiantes del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.

Beneficiarios	4	6	5	8	9	9
Respuestas	Promoción y prevención en el cuidado de la salud	Oferta cultural y recreativa	Oferta Deportiva	Estímulos económicos para asistir a eventos académicos	Estímulos para costear derechos académicos o sostenimiento	Becas para realizar estudios de posgrado
Deficiente	0	0	0	0	0	0
Mala	1	0	0	1	0	0
Regular	0	1	0	2	2	1
Buena	1	2	3	3	3	4
Excelente	2	3	2	2	4	4
Calificación	4.0	4.3	4.4	3.8	4.2	4.3

Los estudiantes otorgan las calificaciones más altas a la oferta cultural y recreativa (4.4) y a las becas para realizar estudios de posgrado (4.3); la más baja corresponde a los estímulos económicos para asistir a eventos académicos (3.8). El promedio es 4.2. Por su parte, los egresados califican con 5.0 la oferta deportiva y con 3.5 las becas para realizar los estudios de posgrado. El promedio es 4.4. El cambio en la calificación entre estudiantes y egresados en relación con las becas refleja el esfuerzo de la Universidad en los últimos años por mejorar este aspecto.

La tabla 9.3 presenta la apreciación de los profesores del programa sobre la calidad de los servicios de bienestar de la Universidad.

**Tabla 9.3** Apreciación de la calidad de los servicios de bienestar de la Universidad por parte de los profesores del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química.

Beneficiarios	6	8	2	3
Respuestas	Promoción y prevención en el cuidado de la salud	Estímulos económicos para asistir a eventos académicos'	Estímulos económicos para realizar estudios de posgrado	Estímulos económicos para realizar estudios en formación pedagógica
Deficiente	0	0	0	0
Mala	0	0	0	0
Regular	2	1	0	2
Buena	4	6	0	1
Excelente	0	1	2	0
Calificación	3.7	4.0	5.0	3.3

Los profesores otorgan la mayor calificación a los estímulos económicos para realizar estudios de posgrado (5.0) y la menor a los estudios de formación pedagógica (3.3). El promedio es 4.0.

La tabla 9.4 muestra la apreciación de la efectividad en la divulgación de los servicios de bienestar de la Universidad relacionados con el apoyo a la salud física y mental, oferta deportiva, cultural y recreativa, estadias cortas en el exterior, consecución de vivienda para estudiantes extranjeros que se vinculan al programa, becas y servicios educativos para los hijos de los estudiantes de la Universidad, por parte de estudiantes y egresados del programa de ingeniería química, expresada como la recepción de información referente a:

**Tabla 9.4 Apreciación de la efectividad en la divulgación de los servicios de bienestar de la Universidad por parte de los estudiantes y egresados del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química, expresada como porcentaje de recepción de información.**

Componente de la comunicada académica	Promoción y Prevención en el cuidado de la salud	Estímulos económicos para asistir a eventos académicos'	Estímulos para costear derechos académicos o sostenimiento	Apoyo para vivienda y servicios educativos para los hijos	Oferta cultural y recreativa'	Oferta Deportiva	Becas para realizar estudios de posgrado
Estudiantes	71.4	64.3	78.6	14.3	78.6	71.4	92.9
Egresados	33.3	77.8	88.9	11.1	66.7	66.7	66.7

De acuerdo con los estudiantes, se recibe mayor información sobre becas, oferta cultural y recreativa, y estímulos para costear derechos académicos o sostenimiento. En este último aspecto coinciden con los egresados, quienes, a su vez, opinan que hay muy poca información sobre apoyo a vivienda y servicios educativos para los hijos, así como en cuanto a promoción y cuidado de la salud.

Los profesores reciben muy buena información con respecto a estímulos para asistir a eventos académicos (100%) y realizar estudios de posgrado (88.1%), y muy poca para apoyo a vivienda y servicios educativos para los hijos (11.1%). En promedio, 66% de los encuestados recibe información acerca de los diferentes aspectos de bienestar.

## 9.2 Preguntas de análisis

### ¿Por qué razones el factor logró la calificación respecto de su tope total?

La Universidad Nacional cuenta con políticas que sustentan los Sistemas de Bienestar y de Acompañamiento, así como su implementación. Cuenta también con un programa de becas para

los estudiantes sobresalientes de posgrado, así como con estímulos para los estudiantes destacados de pregrado que quieran continuar con sus estudios, y para los estudiantes de posgrado, destacados o no. Además, bajo el esquema de comisión de estudios remunerada, permite la realización de estudios de posgrado por parte de sus profesores, complementario a lo cual concede exenciones a los funcionarios (docentes o no) que cursan estudios de posgrado en la Universidad. Por otra parte, brinda apoyo para la participación en eventos académicos y tiene una amplia oferta cultural y deportiva,

### **9.3 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 8**

Los profesores y estudiantes del programa de Doctorado en ingeniería – Ingeniería Química han sido beneficiarios de los diferentes programas de bienestar que ofrece la Universidad. En particular, la Institución favoreció a la mayoría de los hoy egresados becas o apoyos económicos.

Finalmente, la tabla 9.5 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 6.1 sobre 8.

**Tabla 9.5 Calificación de las características del Factor 8: Bienestar y Ambiente Institucional.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Apoyo institucional para el bienestar.	4	3.5
Divulgación de los servicios de bienestar a estudiantes y profesores del programa.	4	2.6

## 10. Análisis del Factor 9: Egresados

### 10.1. Aportes del egresado a su entorno

En la tabla 10.1 se relaciona el número de publicaciones de los egresados, después de obtener el título de Doctor en Ingeniería – Ingeniería Química. En total, son 202 publicaciones, a saber: artículos (30.2%), libros y capítulos de libro (7.9%), publicaciones en eventos (61.4%) y patentes (0.5%).

**Tabla 10.1 Número de Publicaciones de los egresados del Programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química**

Nombres	Apellidos	Periodo de graduación	Número de publicaciones <sup>41</sup>
José de Jesús	Díaz Velásquez	2003-02	63
Gerardo	Rodríguez Niño	2004-02	28
Mario Enrique	Velásquez Lozano	2004-02	3
Paulo César	Narváez Rincón	2006-02	34
Jesús Alfonso	Torres Ortega	2009-02	2
Julio César	Vargas Sáenz	2006-01	19
Mario	Arias Zabala	2009-01	5
Carlos Alberto	Guerrero Fajardo	2008-02	23
Ruth Yolanda	Ruiz Pardo	2009-02	5
Bibiana Margarita Rosa	Vallejo Díaz	2010-03	6
Ángela María	Otálvaro Álvarez	2009-02	11
Juan Carlos	Serrato Bermúdez	2009-02	3

Actualmente, los profesores del programa no participan en comités editoriales y técnicos.

En el período 2005 a 2011, participaron en 20 de los 39 proyectos de extensión realizados por la comunidad académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

Por otra parte, los profesores y estudiantes del programa han recibido 7 distinciones académicas y científicas entre 2006 y 2010.

### 10.2 Seguimiento al desempeño

<sup>41</sup> Construida con base en el CVLAC de Colciencias y la base de datos del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Se tomaron las publicaciones a partir de la graduación, y por ello se eliminaron de la lista de 18 graduados los 3 que lo hicieron en 2011-03 y los tres que lo harán en 2012-1.

El acuerdo 40 de 2005 del Consejo Superior Universitario creó el Programa de Egresados de la Universidad Nacional de Colombia, bajo la responsabilidad de la Dirección de Bienestar Universitario, organismo encargado de diseñar y coordinar los programas de seguimiento y organización de estadísticas. En el caso de la Facultad de Ingeniería, la ejecución del mismo está a cargo de la Dirección de Bienestar. Los objetivos son:

1. Crear un sistema de información de egresados y establecer vínculos de comunicación permanente con ellos.
2. Propender por el establecimiento de mecanismos que permitan estrechar, fortalecer y ampliar las relaciones entre la Universidad y sus Egresados.
3. Promover la realización de estudios sobre el impacto y condiciones de los egresados en el ámbito local, regional, nacional e internacional.
4. Fortalecer el sentido de pertenencia del Egresado a la Universidad para que revierta su interés en la misma.
5. Apoyar la participación de los egresados en el desarrollo y actualización de los programas académicos que ofrece la Universidad, en las actividades de investigación y extensión, así como su participación en los demás procesos de competencia de la Universidad.
6. Establecer alianzas con las asociaciones de egresados de la Universidad con el objeto de realizar eventos de diversa índole que contribuyan a cumplir con la misión y fines de la Universidad.

Para su sostenimiento, el Programa de Egresados cuenta con los recursos asignados por la Universidad, como parte del presupuesto de Bienestar.

El Sistema de Información de Egresados (SIE) es un mecanismo para mantener la comunicación con los graduados. Como complemento, la Facultad de Ingeniería promueve este vínculo a través del Encuentro de Egresados, que en 2010 llegó a su quinta versión y en 2011 se integró con la celebración del sesquicentenario de la Facultad, y del Jueves del Egresado, espacio académico diseñado para compartir experiencias con estudiantes y profesores. Por su parte, desde 2002 el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental realiza cada dos años el Coloquio de Ingenieros Químicos, espacio académico y social que promueve el encuentro con los egresados, su acercamiento con el programa y el intercambio de experiencias y puntos de vista sobre diversos temas de interés nacional.

El Programa de Egresados, a través de su portal ([www.egresados.unal.edu.co](http://www.egresados.unal.edu.co)) publica ofertas laborales, y las envía por correo electrónico a los egresados de la base de datos del SIE. La convocatoria indica el procedimiento y los requisitos exigidos por la empresa solicitante. A partir de 2003, los estudiantes en proceso de grado se trasladan del SIA al SIE, y la Secretaría

Académica de cada Facultad, junto con los documentos de grado, distribuye el formato de Hoja de Vida del Programa de Proyección Profesional y lo recibe diligenciado<sup>42</sup>.

Como se planteó, a enero de 2012 todos los egresados están vinculados laboralmente. Dos a universidades del exterior y 16 a universidades del país, de los cuales 62.5% trabaja con la Universidad Nacional y 37.5% con diferentes universidades privadas.

66% de los egresados afirma mantener contacto con el programa, pero tan solo 2% conoce los mecanismos utilizados para tal fin. 100% realiza actividades profesionales relacionadas con su formación, 89% considera que sus posibilidades laborales han mejorado y 11% que se mantuvieron iguales.

### **10.3 Preguntas de análisis**

#### **¿Cuál es el grado de conocimiento que tiene el programa sobre sus egresados?**

A través del SIE y de bases de datos propias, el programa conoce los ámbitos de ejercicio laboral de sus graduados. A su vez, los egresados tienen un buen grado de conocimiento del programa, tal vez porque la mayoría de ellos son profesores de la Universidad Nacional de Colombia.

A pesar de la existencia del SIE y de las actividades que realiza la facultad de Ingeniería, la relación con los egresados del programa, no vinculados al Departamento, es un aspecto que debe fortalecerse y mejorarse.

### **10.4 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 9**

Aunque la Universidad Nacional de Colombia cuenta con políticas de seguimiento a sus egresados, se trata de un factor en el que se debe trabajar, con el propósito de mejorar la interacción con el programa.

---

<sup>42</sup> Quienes se graduaron antes de 2003, pueden registrarse a través del enlace

<http://www.egresados.unal.edu.co/link/createRegistryForm.do>.

Por otra parte, todos los egresados tienen publicaciones académicas y/o científicas, la mayoría de las cuales corresponden a presentaciones en eventos académicos nacionales o internacionales.

La tabla 10.2 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual la calificación del mismo es 9.2 sobre 10.

**Tabla 10.2 Calificación de las características del Factor 9 Egresados.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Aportes del egresado a su entorno.	5	4,4
Seguimiento al desempeño.	5	4,9

## 11. Análisis del Factor 10: Recursos y Gestión

### 11.1 Infraestructura física

El área total de la sede Bogotá de Universidad Nacional de Colombia es 1,263,090 m<sup>2</sup>, de los cuales 10.6% está ocupada por edificios.

Las áreas construidas en la misma sede, según el uso, se clasifica de la siguiente forma<sup>43</sup>:

- Oficinas: agrupa las áreas de los espacios asignados a docentes y empleados administrativos (45,762 m<sup>2</sup>).
- Académicos: agrupa las áreas de los espacios asignados a aulas, auditorios, talleres, laboratorios y salas de cómputo (113,844 m<sup>2</sup>).
- Consulta: agrupa las áreas de los espacios asignados a bibliotecas y museos (22,783 m<sup>2</sup>).
- Servicios: agrupa las áreas de los espacios asignados a baños, cafeterías y actividades deportivas (40,338 m<sup>2</sup>).
- Otros: agrupa las áreas de los espacios asignados a depósitos, porterías, servicios públicos, etc. (111,139 m<sup>2</sup>).

La infraestructura física de la sede Bogotá está conformada por la Ciudad Universitaria, el Centro Gaitán, el Claustro de San Agustín y la Finca de Marengo. La Ciudad Universitaria, cuya construcción inició en 1936, tiene 125 edificaciones, 17 declaradas como Patrimonio Cultural de la Nación. La Oficina de Planeación de la Vicerrectoría de la sede publicó un Manual de Intervención de Edificios, en el que se establecen los procedimientos a seguir (estudios y autorizaciones especiales), dependiendo de las características de cada edificio.

Los espacios académicos de la Universidad se clasifican, según su capacidad, así:

- Aula de clase, cuando su capacidad es menor de 100 estudiantes (1,096).
- Aula máxima, cuando su capacidad es mayor o igual a 100 y menor de 200 estudiantes (53).
- Auditorio, cuando su capacidad es mayor o igual a 200 estudiantes (20).

La infraestructura física de la Facultad de Ingeniería de la sede Bogotá destinada a las actividades académicas corresponde a los siguientes edificios:

---

<sup>43</sup> Ibídem.

- 401: Edificio de Ingeniería
- 406: Instituto de Extensión en Investigación, IEI
- 407: Edificio de Posgrado en Materiales
- 409: Laboratorio de Hidráulica
- 410: Laboratorio de Ensayos Hidráulicos
- 411: Laboratorios de Ingeniería Eléctrica y Mecánica
- 412: Laboratorio de Ingeniería Química
- 421: Bloque 5, Edificios Camilo Torres
- 453: Edificio Aulas de Ingeniería
- 454: Edificio de Ciencia y Tecnología

Las aulas, auditorios y laboratorios en los que se desarrollan la mayoría de las asignaturas y demás actividades del Programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química están ubicados principalmente en los edificios Aulas de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, Química, y Laboratorio de Ingeniería Química. A continuación se describen aquellos en donde se realiza la mayoría de las actividades académicas:

a) Edificio Aulas de Ingeniería

El edificio 453, con cuatro niveles, está destinado principalmente a oficinas para docentes y aulas de clase. Cuenta con 32 aulas de clase y tres aulas máximas.

Seis aulas de este edificio se emplean para programar la mayoría de cursos del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental; cuatro de ellas cuentan con medios audiovisuales, una con tablero interactivo y una con cámara Web para captura de la información del tablero. Además, están las oficinas de las cinco Direcciones de Departamento de la Facultad.

b) Edificio de Ciencia y Tecnología

El edificio 454, inaugurado en 2008, tiene cuatro pisos y una terraza con espacios para disfrute de estudiantes y profesores, donde opera un restaurante. Una de las tres alas que conforman el edificio, destinada a aulas, cuenta con 14 salones de clase para 20 estudiantes cada uno, dotados con retroproyector y tablero interactivo; dos salones de videoconferencia, con capacidad para 20 personas; y cuatro aulas de clase, cada una con 45 computadores. El auditorio de este edificio tiene capacidad para 247 asistentes. La tabla 11.1 presenta las características principales del edificio, sin incluir los recursos de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología.

**Tabla 11.1 Características del Edificio de Ciencia y Tecnología**

Piso	Aulas de clase	Computadores en las aulas de clase	Auditorio
1	0	0	247
2	8	0	0
3	8	0	0
4	4	180	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>180</b>	<b>247</b>

c) Laboratorio de Ingeniería Química

El Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ), edificio 412, tiene un área construida de 3,200 m<sup>2</sup>, sobre un terreno de 2,030 m<sup>2</sup>. En el primer piso se encuentran los laboratorios especializados Planta Piloto (1,000 m<sup>2</sup>), Catálisis (184 m<sup>2</sup>), Lubricantes (55 m<sup>2</sup>), Instrumentación (66 m<sup>2</sup>), Polímeros (44 m<sup>2</sup>), Termodinámica (102 m<sup>2</sup>) y Bio-procesos (30 m<sup>2</sup>), ampliado con un *mezanine* (72 m<sup>2</sup>), así como la Sala de Computadores (46 m<sup>2</sup>), dos cuartos de reactivos y materiales, dos baterías de baños y un cuarto de servicios generales. En el segundo piso hay siete oficinas para docentes, una sala de computadores, dos aulas de clase, una sala para estudiantes de maestría (43 m<sup>2</sup>), la oficina de la jefatura (que incluye oficina de la secretaría, mesa de reuniones y oficina para monitores), una cocina, dos cuartos de baño, además de dos terrazas, con áreas de 232 m<sup>2</sup> y 76 m<sup>2</sup>. En el tercer nivel hay otra terraza de 435 m<sup>2</sup>.<sup>44</sup>

Al costado norte se encuentran las áreas de Servicios Industriales, constituidas por: patio general (145 m<sup>2</sup>), en donde se localiza el tanque subterráneo de agua potable y sus sistemas de bombeo; un cuarto de calderas (78 m<sup>2</sup>) y un cuarto de almacenamiento de materiales para el mantenimiento, en donde se hallan los sistemas de aire comprimido (16 m<sup>2</sup>). Finalmente, entre la planta piloto y el cuarto de calderas, está la oficina de los operarios de planta y el cuarto de herramientas, espacios sobre los cuales hay una terraza de 55 m<sup>2</sup>.

El Departamento de Ingeniería Química y Ambiental puede programar las clases de los programas del Área en aulas de los edificios 412, 453 y 454, y tiene a su disposición, para uso exclusivo:

- Cinco aulas de clase en el edificio 453, de 40 m<sup>2</sup> cada una, para un total de 200 m<sup>2</sup>.
- Un salón de 12.9 m<sup>2</sup>, para 10 estudiantes, en el edificio 412 y, en el mismo edificio, un salón de 21.5 m<sup>2</sup>, para 15 estudiantes.

---

<sup>44</sup> López F. y Contreras O., Elaboración de los Documentos Técnicos del Laboratorio de Ingeniería Química y Replanteamiento de los Sistemas de Distribución de Servicios Industriales. Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia, 2003.

Los profesores del Programa de Doctorado de Ingeniería – Ingeniería Química, pertenecen a la planta docente del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental y sus dedicaciones son tiempo completo y exclusiva. Están ubicados en 10 oficinas del edificio 453, de 11.2 m<sup>2</sup> y 7 del edificio 412, de 15.1 m<sup>2</sup>. En cada oficina se ubican dos profesores, con excepción de una compartida por tres docentes. Todas tienen buena iluminación y ventilación y están dotadas con escritorios personales, espacios para libros y documentos, puntos de conexión a Internet y línea telefónica. El mobiliario de las oficinas del edificio 453 se modernizó en 2008 y el de las oficinas del LIQ en el primer semestre de 2010.

Además de estas oficinas, hay tres para el desarrollo de las labores académico-administrativas del Departamento y de los programas del Área: la Dirección del Departamento, la Coordinación Curricular y la Jefatura del LIQ.

Los profesores pueden reunirse con los estudiantes en sus oficinas. También pueden reunirse en uno de los salones de segundo piso del LIQ, o en la jefatura del LIQ, que cuenta con un espacio apropiado para tal fin, así como en los espacios de la terraza del edificio de Ciencia y Tecnología. Las oficinas de los profesores tiene conexión a Internet y en los edificios de la Facultad hay servicio a través de la red inalámbrica.

Los estudiantes califican la calidad de los espacios físicos de la Universidad con un promedio de 3.9, mientras que los egresados lo hacen con 4.0 y los profesores con 3.8. Los tres grupos coinciden en otorgar la menor calificación a las cafeterías y la más alta a las bibliotecas.

## **11.2 Recursos informáticos, bibliográficos y de comunicación**

La política de informática y comunicaciones de la Universidad está definida en el Acuerdo 46 de 2009 del Consejo Superior Universitario. En él se establecen que:

La Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones tendrá como responsabilidad, definir la forma en que se hará la planeación y el direccionamiento estratégico en informática y comunicaciones en concordancia con lo establecido en el plan global de desarrollo.

Anualmente, la Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones con el apoyo y la activa participación de las Oficinas de Informática o Centros de Cómputo de las diferentes sedes, propondrá o actualizará el plan estratégico de informática y comunicaciones para la Universidad, con un horizonte a cinco (5) años, el cual se someterá a aprobación por parte del Comité Nacional de Informática y Comunicaciones.

De manera articulada con el plan estratégico de informática y comunicaciones, las Sedes prepararán el plan de acción a tres (3) años y un plan operativo en esta materia, aplicando los lineamientos establecidos por el nivel Nacional.

La Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones ejercerá el acompañamiento, el seguimiento, el control y la evaluación del impacto al desarrollo de los planes de acción y operativos de informática y comunicaciones de las Sedes.

La Universidad buscará renovar la infraestructura de hardware y de software de acuerdo con la vigencia tecnológica.

La Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones con el concurso de las Oficinas de Informática o centros de cómputo de las diferentes Sedes propondrá las estructuras organizacionales de estas Dependencias, para ser avaladas por las Vicerrektorías de Sede y la Vicerrectoría General, evaluadas por el Comité Nacional de Informática y Comunicaciones, y aprobadas por el Consejo Superior Universitario.

En el marco de los lineamientos del presupuesto de inversión y de funcionamiento, anualmente la Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones deberá coordinar con las dependencias adscritas a la Rectoría, las Vicerrektorías Nacionales y de Sede, la Gerencia Nacional Financiera y Administrativa, la Oficina Nacional de Planeación y la Secretaría General, la definición del presupuesto que se deberá destinar para la adquisición, mantenimiento y/o contratación de herramientas de informática y comunicaciones de apoyo a la gestión, de manera articulada con el plan estratégico, el plan de acción, y el plan operativo.

Además, se establecieron los siguientes lineamientos con el propósito de garantizar el uso y mejorar el aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones:

El Comité Nacional de Informática y Comunicaciones estimulará la apropiación y el uso de herramientas de software libre como apoyo al componente misional y administrativo de la Universidad.

Dando aplicación a las políticas de informática y comunicaciones y con el fin de garantizar la estandarización, la integración y la interoperabilidad de la plataforma tecnológica de la Universidad, la Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones emitirá las directrices técnicas de acuerdo con la normatividad vigente.

En concordancia con la estructura, el rol fundamental de las Oficinas de Informática o centros de cómputo de las diferentes Sedes, será gestionar y soportar la plataforma tecnológica y proponer

procedimientos para optimizar la operación autónoma de la infraestructura en producción en cada una de las Sedes.

La Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones definirá las metodologías y los indicadores estándar de gestión, que en materia de tecnología informática y de comunicaciones serán aplicados en la Universidad.

La Universidad facilitará el uso de tecnología de informática y comunicaciones que sea de propiedad de la comunidad universitaria.

Se dispondrá de las tecnologías de informática y comunicaciones para estimular el acceso al estudio y al trabajo.

Así mismo, para adquirir de productos o servicios en el campo de la informática y comunicaciones se definieron las pautas siguientes:

Con el ánimo de optimizar la adquisición de productos y/o servicios informáticos y de comunicaciones en la Universidad, el Comité Nacional de Informática y Comunicaciones establecerá y evaluará los procedimientos para la emisión de conceptos técnicos.

Con base en la tendencia tecnológica mundial, la Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones dará prioridad a la adquisición e implantación de soluciones de tecnologías informáticas disponibles en el medio.

Se define como una de las estrategias para el uso de recursos de tecnología informática y comunicaciones el sistema de leasing.

La Universidad buscará economía y racionalidad del gasto en las adquisiciones de bienes y/o servicios de informática y comunicaciones.

En el Plan de Desarrollo 2007-2009, el Sistema Nacional de Bibliotecas (Sinab) contó con una partida presupuestal cercana a 14,000 millones de pesos, destinados fundamentalmente a la adquisición de más de 22,000 volúmenes y bases de datos bibliográficos, la implementación de la segunda fase del proyecto Biblioteca Digital y el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura tecnológica. En el Plan Global de Desarrollo<sup>45</sup>, así como en el Plan de Acción Institucional de la Universidad 2010-2012<sup>46</sup>-Línea Formación de Excelencia, Programa

---

<sup>45</sup> Universidad Nacional de Colombia, Plan Global de Desarrollo 2010-2012.

<sup>46</sup> Consultar

[http://www.unal.edu.co/plandedesarrollo\\_10\\_12/descarga/ANEXO\\_1\\_PLAN\\_DE\\_ACCION\\_INSTITUCIONAL\\_2010-2012.pdf](http://www.unal.edu.co/plandedesarrollo_10_12/descarga/ANEXO_1_PLAN_DE_ACCION_INSTITUCIONAL_2010-2012.pdf)

Modernización de Apoyos Académicos-, que tiene como propósito “facilitar un mejor desarrollo de las funciones misionales, especialmente en lo relativo a la ampliación y diversificación de las posibilidades de estudio y aprendizaje” y “a la actualización, dotación y mantenimiento de equipos, material bibliográfico, bases de datos, ayudas virtuales y didácticas y tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otros”, se contempla una inversión de 3,765 millones de pesos para el Sistema de Bibliotecas de la sede Bogotá.

Al respecto, es importante decir que el plan de acción de la sede Bogotá incluye en el proyecto del Sinab 2010-2012 la automatización del servicio de préstamo externo y la implementación del sistema de radiofrecuencia para el control de inventarios y ubicación de las colecciones. Además, el Sinab cuenta con un plan que contempla acciones para mejorar cada uno de los procesos que están a su cargo: diseño y administración del Sistema Nacional de Bibliotecas, gestión electrónica de la producción académica (Biblioteca Digital de la Universidad Nacional), gestión de recursos bibliográficos, servicios bibliotecarios y formación en competencias informacionales.

En adición, el Sinab ha definido una política para la “gestión de colecciones y de recursos de información”, la cual proporciona los criterios y pautas generales en relación con la gestión de colecciones, respondiendo eficientemente a las necesidades de información de estudiantes y profesores, soportando el desarrollo de los programas académicos y de los proyectos de investigación y extensión de la Universidad<sup>47</sup>. Esto garantiza la participación del cuerpo docente en la selección y actualización del acervo bibliográfico, ya que “la vinculación de los docentes a los procesos de selección y evaluación de las colecciones es condición indispensable para garantizar la calidad y la pertinencia académica de las mismas”; sin embargo, esta participación es totalmente discrecional.

La compra de material bibliográfico, o suscripción al mismo, se realiza con los recursos asignados a las bibliotecas por el nivel financiero nacional y de sede; las facultades, institutos, proyectos de investigación y otras dependencias interesadas pueden aportar recursos adicionales para tal fin. Cabe mencionar que la reproducción del material bibliográfico se ajusta a la normatividad vigente, que cubre a las instituciones educativas, en general, y públicas, en particular; tal servicio es contratado, en cada una de las sedes, de acuerdo con sus procesos administrativos de contratación externa.

---

<sup>47</sup> Véase:

<http://www.simege.unal.edu.co/mejorgestion/eg38/file/SINAB/GESTION/POLITICA%20GESTION%20DE%20COLECCIONES%20SINAB.pdf>

### **Recursos informáticos de los profesores**

Cada profesor del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental recibió en 2008 ó 2009 un computador portátil que utiliza como apoyo para su actividad docente. Las 24 aulas y el auditorio del edificio de Ciencia y Tecnología, los tres auditorios(A, B y C)<sup>48</sup> y los salones 307 y 309 del Edificio 453, exclusivos para el uso del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, así como la Sala de Análisis y Diseño de Procesos del LIQ, están equipados con sistemas audiovisuales apropiados para la labor docente. En el Edificio de Ciencia y Tecnología y en los auditorios del Edificio 453 hay personal de apoyo disponible para la preparación y manejo de los equipos, así como para resolver problemas con los mismos. Los salones 303 y 305 tienen medios audiovisuales recientemente actualizados.

Los profesores pueden usar los servicios de la Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales para el diseño e implantación de estrategias virtuales para la educación, capacitación, extensión e investigación, que incluyen entre otros:

- Aulas Virtuales: consisten en dos Sistemas de Administración de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) para la gestión y administración de cursos virtuales: Blackboard y Moodle, a través de los cuales es posible gestionar contenidos, evaluaciones, actividades y seguimiento, en un ambiente interactivo.
- Apoyo a cursos presenciales: ofrece a los docentes un paquete de ayudas informáticas y computacionales que apoyan la realización de cursos presenciales.
- Montaje de cursos virtuales: ofrece a los docentes el soporte y acompañamiento de principio a fin, en el diseño, construcción, implantación y realización de cursos virtuales.
- Montaje de programas virtuales: ofrece a docentes y directores de las UBGAA, acompañamiento completo en el diseño, montaje y realización de programas académicos (pregrado y posgrado) y de capacitación virtual.
- Soluciones educativas virtuales a la medida: son un paquete de servicios de acompañamiento integral a entidades educativas y empresas públicas y privadas, que

---

<sup>48</sup> En otros apartes de este documento se hace referencia a estos Auditorios (A, B y C), del Edificio 453, como Aulas Máximas, en concordancia con la clasificación establecida por la Oficina de Planeación Física de la Sede.

van desde la identificación de las necesidades de formación, hasta el montaje y realización de los cursos virtuales, pasando por el diseño de la instrucción.

- Aulas de videochat: espacios de encuentro virtual para apoyar seminarios, congresos, eventos, reuniones de carácter administrativo, etc.
- Capacitación y entrenamiento en el manejo de herramientas de educación virtual: ofrece a los docentes entrenamiento y capacitación a fin de que adquieran las competencias requeridas para realizar y administrar eventos de capacitación y formación virtuales.
- Producción de contenidos: está en capacidad de recibir contenidos presentados en cualquier forma, física o digital, y convertirlos a cursos de educación virtual. Estos cursos pueden ser adaptados a formatos como HTML, XML y SWF.
- Integración de Contenidos: gracias a que Univirtual trabaja sobre estándares de e-learning como Socorm, AICC e IMS, los contenidos que produce pueden ser integrados a distintos LMS.
- Hospedaje de Contenidos: además de producir contenidos con metodología y políticas claras de diseño de la instrucción. Univirtual ofrece el alojamiento y administración de cursos virtuales, todo esto soportado sobre un esquema de servicio y atención a docentes y estudiantes.
- Servicio de Páginas Web para los docentes: permite publicar sus datos de contacto, hoja de vida, producción académica, enlaces recomendados e información sobre sus asignaturas en el formato institucional. Actualmente se ofrece en las sedes Bogotá, Amazonia, Caribe y Orinoquia de la Universidad Nacional de Colombia.

78% de los profesores del programa considera que los recursos informáticos son suficientes. Con respecto a su calidad, los profesores los califican en promedio con 3.8.

### **Bibliotecas**

Para brindar atención adecuada a estudiantes y profesores de la Universidad Nacional en sus diferentes sedes, el Sinab cuenta con veintidós (22) bibliotecas adecuadamente dotadas, de las cuales nueve (9) funcionan en edificios destinados exclusivamente para tal propósito, mientras que las demás están ubicadas en las diferentes Facultades e Institutos. La tabla 11.2 presenta algunos de los indicadores más importantes del Sinab.

Los indicadores más importantes del Sinab, entre 2006 y 2009, muestran valores adecuados para el desarrollo de sus labores misionales. En la sede Bogotá existen 13 bibliotecas, cuyos indicadores también presentan valores adecuados. Los puestos de lectura y el número de computadores por estudiante mejoraron sustancialmente con la remodelación de la Biblioteca Central y con la puesta en servicio de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología. El material bibliográfico relacionado con el programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química se encuentra principalmente en las bibliotecas Central, de Ciencia y Tecnología y en la Hemeroteca. Las instalaciones físicas de las tres bibliotecas se describen en las tablas 11.3, 11.4 y 11.5.

**Tabla 11.2 Algunos indicadores del Sinab, periodo 2006 – 2009<sup>49</sup>**

Componente	Indicador	Estándar internacional	Indicador Sinab			
			2006	2007	2008	2009
<b>Recursos</b>	Volúmenes por estudiante	15	20	23	24	24
	Títulos por estudiante	5	9	10	8.8	7.8
	Títulos de publicaciones por programa académico	8	9.1	8.9	5.2	7.2
	Bases de datos por área del conocimiento	1	6	7	7.8	11.5
<b>Servicios</b>	Consultas portal Sinab por estudiante		15.61	13.05	17.27	18.36
	Descargas de artículos por estudiante		17.06	14.11	12.92	13.61
	Préstamos de material por estudiante		25	23	12	21
<b>Formación en competencias informacionales</b>	Usuarios capacitados sobre el total de estudiantes y docentes	1	0.21	0.32	0.11	0.18
<b>Personal</b>	Bibliotecólogos por estudiante	0.002	0.006	0.006	0.0005	0.005
<b>Infraestructura y tecnología</b>	Computadores por puestos de lectura	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4
	Computadores por estudiante	0.126	0.02	0.02	0.01	0.02
	Metros cuadrados por estudiante	1	0.3	0.4	0.6	0.7
	Puestos de lectura por estudiante	0.2	0.1	0.08	0.04	0.05

<sup>49</sup> Sinab e Informe Servicios y Recursos Bibliográficos, Programa: Ingeniería Química, abril de 2010.

**Tabla 11.3 Ficha técnica de la Biblioteca Central después de la remodelación<sup>50</sup>**

Ítem	Número
Área (m <sup>2</sup> )	10,255
Volúmenes	312,843
Puestos de lectura individual	90
Puestos de lectura en mesa	408
Puestos de trabajo en grupo	64
Puesto de trabajo con computador para personas con discapacidad visual	12
Puesto de trabajo individual para personas con discapacidad visual	2
Puesto de trabajo para personas con discapacidad diferente a la visual	12
Computadores para servicio de los usuarios	110
Puestos en sala de capacitación	20
Mediatecas	1
Salas de capacitación	1
Salas de música	1
Casilleros	456

**Tabla 11.4 Ficha técnica de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología<sup>51</sup>**

Ítem	Número
Área (m <sup>2</sup> )	2,500
Puestos de lectura	448
Puntos de consulta con computadores al servicio de los usuarios con acceso a Internet	295
Auditorio	1
Sala de profesores	1
Casilleros	672

**Tabla 11.5 Ficha técnica de la Hemeroteca Nacional Universitaria<sup>52</sup>**

Ítem	Número
Área (m <sup>2</sup> )	12,729
Puestos de lectura	88
Puntos de consulta con computadores al servicio de los usuarios con acceso a Internet	48
Auditorio	1
Hall de exposiciones	1
Sala de eventos	1

El acceso a material bibliográfico físico y virtual, a través de bibliotecas, hemerotecas y bases de datos es fundamental para la formación académica. En la Universidad Nacional, estos recursos se encuentran bajo responsabilidad de la Dirección Nacional de Bibliotecas (DNBB) que desarrolla y coordina el Sinab (<http://www.sinab.unal.edu.co/>) donde se tiene acceso remoto a los catálogos, bases de datos, libros y revistas electrónicos, periódicos en línea y a los acervos

<sup>50</sup> Ibídem.

<sup>51</sup> Ibídem.

<sup>52</sup> Ibídem.

de otras bibliotecas y las de otras universidades; en este portal también se puede acceder a los servicios bibliográficos, como obtención de documentos por conmutación bibliográfica y servicios para egresados, así como a la Biblioteca Digital de la Universidad.

La Universidad Nacional de Colombia cuenta con un completo sistema de hemerotecas y, siguiendo la tendencia mundial en cuanto a la transición del papel a los medios electrónicos para el acceso a la información, cuenta con 74 bases de datos, 198,931 libros electrónicos, 27,959 títulos de publicaciones seriadas electrónicas y 54,467 títulos de publicaciones seriadas, periódicos y otros documentos en paquetes de contenidos electrónicos, disponibles en el portal del Sinab<sup>53</sup>. Algunas de las bases de datos multidisciplinarias y del Área de Ciencia y Tecnología que tiene la Universidad, se presentan en la tabla 11.6. La información detallada se presenta en el Anexo 7.

**Tabla 11.6 Algunas bases de datos del Sinab**

<b>Multidisciplinarias</b>	<b>Ciencia y Tecnología</b>
Academic Search Complete	American Chemical Society - ACS
Annual Reviews	Applied Science & Technology Full Text
Blackwell Synergy	ASTM Standards & Journals
DOAJ - Directory of Open Access	General Science Full Text
Journals (libre)	GeoRef
Ebrary (contenido en inglés)	IEEE/IET Electronic Library
E-libro (contenido en español)	Institute of Physics IoP
Normas Técnicas Colombianas	
OXFORD Scholarship Online	
ScienceDirect	
SpringerLink	
Taylor & Francis	

Fuente: Grupo de Trabajo Autoevaluación

La catalogación del material bibliográfico está diseñada para facilitar la ubicación del material bibliográfico disponible en el Sistema de Bibliotecas, y cuenta con las siguientes opciones:

- **Búsqueda:** permite localizar registros ingresando palabras clave o frases; se tienen dos opciones diferentes: búsqueda avanzada y búsqueda sencilla.
- **Hojear:** crea índices donde se muestran listas alfabéticas de entradas, a partir de un campo de búsqueda seleccionado.
- **Usuario:** el sistema le permite realizar renovaciones del material que tenga en préstamo. En esta opción también puede ver el estado de su cuenta en el Sistema de Bibliotecas.

<sup>53</sup> SINAB, Informe Servicios y Recursos Bibliográficos, Programa: Ingeniería Química, abril 2010.

- **Canasta:** permite enviar los resultados de las búsquedas al correo electrónico, acción que también puede realizar desde los resultados de una búsqueda.

El acceso al acervo bibliográfico puede realizarse desde los 110 puntos de consulta en la biblioteca central, 295 en la biblioteca de ciencia y tecnología y 48 en la hemeroteca, o desde cualquier computador, dentro o fuera del Campus, mediante el portal del Sinab, que permite además consultar la existencia del material en las diferentes bibliotecas de la Universidad, verificar su disponibilidad, y hacer reservas del mismo.

El servicio de obtención de documentos permite la localización e intercambio de artículos de revistas y capítulos de libros entre las diferentes sedes de la Universidad y otras instituciones, nacionales e internacionales.

En la Biblioteca Digital UN se encuentra:

- El repositorio de acceso abierto de la Universidad, en el cual se administran, preservan y difunden las obras monográficas que la Universidad ha producido a través de su historia, incluyendo libros, tesis, trabajos de grado y trabajos docentes, entre otros.
- El portal de revistas UN, que administra, preserva y difunde todas las revistas académicas de la Universidad Nacional de Colombia que cumplen con los criterios mínimos para indexación, utiliza el Open Journal Systems 2.2.3.0, software libre de gestión y publicación de revistas, y permite el acceso a 37 revistas de diversas áreas del conocimiento.

Como se mencionó, el préstamo de material bibliográfico inicia con su búsqueda y reserva que puede hacerse desde cualquier computador, mediante el portal Sinab, o empleando los servicios en sala:

- **Consulta:** las bibliotecas ofrecen distintos tipos de salas, para consulta de material bibliográfico individual o en grupo. En algunos casos tienen salas destinadas a colecciones especiales.
- **Préstamo externo:** el Sinab pone a disposición de sus usuarios, por tiempo limitado, su material bibliográfico y documental. El préstamo externo puede renovarse a través del portal de Internet o directamente en el punto de préstamo de cada biblioteca.

- Auto-préstamo: préstamo de libros mediante máquinas de auto-préstamo ubicadas en las salas de consulta de las bibliotecas. Sólo se requiere seguir las instrucciones de la pantalla.
- Préstamo interbibliotecario: es un programa cooperativo destinado a facilitar el intercambio de información y documentación con otras bibliotecas y centros de información, previo acuerdo interinstitucional. El usuario debe diligenciar un formato que se entrega en las respectivas secciones de circulación y préstamo.
- Referencia: resuelve las consultas sobre el uso de las colecciones, los catálogos y los modelos del servicio; el Sinab cuenta con profesionales en cada biblioteca para orientar a los usuarios.
- Servicio de información para personas invidentes y con limitaciones auditivas: brinda asesoría especializada para acceder a la información mediante herramientas tecnológicas apropiadas que apoyan la formación académica de los estudiantes con discapacidad sensorial (visual: ciegos y con baja visión; auditiva: sordos e hipoacústicos), permitiendo el acceso a la consulta de textos en Código Braille, Formato Macrotipo y Alfabeto Latino. Este servicio se encuentra disponible en la Biblioteca Central de la Sede Bogotá.
- Formación: el Sinab ofrece cursos de inducción y cursos especializados sobre el uso de las bibliotecas, las bases de datos y las plataformas de libros electrónicos durante el semestre. Los talleres se ajustan a las temáticas de los programas académicos.
- Agenda cultural: las bibliotecas del Sinab programan diversas actividades académicas, de promoción de lectura y de expresión artística dirigidas a la comunidad universitaria y el público en general.

El Sinab ha establecido convenios con otras instituciones para compartir la consulta y el préstamo de material bibliográfico, razón por la que integra las siguientes redes y sistemas bibliotecarios:

- International Federation of Libraries Associations –IFLA
- American Libraries Association –ALA
- Iberoamerican Science & Technology Education Consortium –Istec
- Red Colombiana de Bibliotecas Universitarias –RCBU

- Proyecto Biblioteca Digital Colombiana
- Proyecto Biblioteca Digital Andina
- Grupo Usuarios Exlibris Colombia
- Redes de carácter regional: redes académicas de alta velocidad, comités de bibliotecas en los capítulos de Renata: Rumbo (Bogotá), RUAV (Palmira), Radar (Manizales)
- Otras redes: G8, Servinfo (Medellín)

El préstamo interbibliotecario está destinado a facilitar el intercambio de información y documentación con otras bibliotecas y centros de información. Previo acuerdo interinstitucional, el usuario debe diligenciar un formato que se entrega en las respectivas secciones de circulación y préstamo.

El horario de atención al público en las diferentes bibliotecas y en la hemeroteca es: lunes a viernes de 7:00 a. m. a 10:00 p. m. y sábados de 8 a. m. a 6 p. m.

Los estudiantes y profesores califican en promedio con 4.4 la actualidad del material bibliográfico, archivístico y de recursos informáticos, mientras que los egresados lo hacen con 4.1, diferencia que sugiere un significativo esfuerzo de la Universidad en este aspecto.

### **Instalaciones especiales y laboratorios**

El programa desarrolla un alto porcentaje de sus actividades de docencia, investigación y extensión en el Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ). A continuación se hace una descripción más detallada de cada uno de los laboratorios que hacen parte del Laboratorio de Ingeniería Química.

#### a) Planta Piloto

En la Planta Piloto se desarrollan labores de docencia, investigación y extensión. La tabla A del Anexo 8 presenta el listado de sistemas de este laboratorio. Se define como sistema el conjunto de equipos interconectados, concebidos y ubicados de tal modo que permiten cumplir con los objetivos planteados en una práctica o que hacen parte de un proceso integral. Para el caso de los sistemas de distribución de servicios industriales, se identificaron y definieron las unidades generadoras o de abastecimiento, los cabezales principales de tubería, y las ramificaciones de cada red hasta la línea anterior a la primera válvula o accesorio de conexión con los equipos de los sistemas particulares.

Los diagramas de tubería e instrumentación de estos sistemas pueden consultarse en la secretaría del LIQ.

Así mismo, recientemente se adquirieron equipos de control automático de procesos, localizados en la Planta Piloto, que se relacionan en la tabla B del Anexo 8.

b) Laboratorio de Análisis Instrumental

En el laboratorio de análisis instrumental se encuentra la mayor parte de los equipos que soportan las actividades de investigación del Área de Ingeniería Química y Ambiental y, por ende, del Programa de Doctorado. En la tabla C del Anexo 8 se presenta una relación de tales equipos de análisis.

c) Laboratorio de Termodinámica

Este laboratorio presta servicios de docencia, investigación y extensión. En tabla D del Anexo 8 se listan los equipos allí ubicados.

d) Laboratorio de Combustibles y Lubricantes

En el laboratorio de combustibles y lubricantes se realizan actividades de docencia, investigación y extensión. La tabla E del Anexo 8 presenta el listado de equipos de este laboratorio.

e) Laboratorio de Polímeros

En este Laboratorio se realizan actividades de investigación y extensión. En la tabla F del Anexo 8 se presenta el listado de los equipos de este Laboratorio.

d) Laboratorio de Catálisis

En este laboratorio se realizan principalmente actividades de docencia e investigación. En la tabla G del Anexo 8 se presenta una lista de los equipos de este laboratorio.

e) Laboratorio de Bioprocesos

Este laboratorio tiene dos espacios, uno en el primer piso del laboratorio y otro en el *mezaninne*, en donde se realizan labores de investigación, principalmente. En las tablas H e I del Anexo 8 se listan los equipos de ese laboratorio.

f) Sistema Nacional de Laboratorios de la Universidad

Otra fuente importante de acceso a servicios de Laboratorio para investigación y docencia es el Sistema Nacional de Laboratorios de la Universidad. Los Laboratorios Interfacultades que hacen parte de este sistema son:

- Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X
- Laboratorio de Microscopía Electrónica
- Laboratorio de Microscopía Óptica
- Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear
- Laboratorio de Ensayos Mecánicos
- Laboratorio de Cromatografía Líquida
- Laboratorio de Difractometría de Rayos X

Al Sistema Nacional de Laboratorios se le asignaron alrededor de 15,959 millones de pesos, destinados principalmente al mantenimiento y reposición de equipos, dotación de laboratorios nuevos y existentes y acreditación de laboratorios<sup>54</sup>. En el Plan Global de Desarrollo 2010-2012 se definió la línea Ciencia, Tecnología, Innovación y Creación Artística, en donde se trazan lineamientos para fortalecer el Sistema Nacional de Laboratorios. Se pretende, entre otros, garantizar un soporte adecuado de acceso a la tecnología, que dé sustento a la investigación y a la generación de conocimiento.

El proyecto ‘soporte tecnológico y especializado’, busca afianzar la infraestructura de laboratorios de la Universidad mediante apoyos dirigidos al equipamiento, mantenimiento, adecuación y reposición de los laboratorios de docencia, investigación y extensión en el marco del Sistema Nacional de Laboratorios, así como el manejo de bancos de datos y colecciones especializadas que hacen parte, fundamentalmente, de los procesos de investigación y extensión de la Universidad<sup>55</sup>. Establece inversiones por 5,800 millones de pesos para la modernización y mantenimiento de los laboratorios, el fortalecimiento del sistema y el apoyo al manejo ambiental y los procesos de certificación y de acreditación.

### **Recursos informáticos para estudiantes**

La Facultad de Ingeniería cuenta con salas de computadores para el uso de los estudiantes. A continuación se describen, clasificándolas por edificio.

---

<sup>54</sup> Universidad Nacional de Colombia, Plan Global de Desarrollo 2010-2012.

<sup>55</sup> *Ibíd.*

a) Edificio de ciencia y tecnología

Este edificio cuenta con 475 computadores con acceso Internet; 180 en cuatro salones de clase y 295 en la biblioteca de ciencia y tecnología.

b) Edificio IEI

La sala de posgrados del IEI, cuenta con 21 computadores.

c) Dirección posgrado de materiales y procesos

En este edificio se encuentra la sala CAD, con un total de 20 computadores, en la cual se presta servicio a los estudiantes de posgrado del área de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica.

d) Laboratorios de ingeniería eléctrica y mecánica

Cuenta con un total de 70 computadores, distribuidos así: 46 en el laboratorio de microprocesadores, 12 en el laboratorio de digital y 12 en la sala de usuarios.

e) Edificio aulas de ingeniería

El edificio 453 dispone de 95 computadores, distribuidos de la siguiente manera: 24 en el laboratorio de informática, 24 en el laboratorio de redes y comunicaciones, 21 en el laboratorio de bases de datos y programación, 20 en la sala Linux y 30 en la sala de posgrados.

En la tabla 11.7 se presenta la lista de salas de computadores de cada uno de los edificios de la Facultad de Ingeniería, y del software disponible.

f) Laboratorio de ingeniería química

En el Laboratorio de Ingeniería Química hay dos salas de computadores, cuyos recursos se describen a continuación:

- Sala de análisis y diseño de procesos

Se emplea en la enseñanza de la asignatura de Modelamiento y Simulación de Procesos Químicos. Los computadores tienen instalado el siguiente software: Aspen Engineering Suite V7.1<sup>®</sup>, Ansys 13.0<sup>®</sup>, Superpro Designer V 8.5<sup>®</sup> y Bryan Research & Engineering<sup>®</sup>

y prestan servicio, además, a estudiantes de las asignaturas Termodinámica, Ingeniería de Procesos, Diseño de Plantas y Equipos, Control de Procesos y Diseño de Procesos Químicos y Bioquímicos, entre otras. En la tabla 11.8 se relacionan los equipos de esta sala.

**Tabla 11.7 Salas de computadores y software disponible en la Facultad de Ingeniería**

Edificio	Sala	Número de equipos	Software Disponible
453 - Aulas de Ingeniería	119 - Laboratorio de Informática	24	GAMS, Oracle, Visual Studio, MySQL, Netbeans, Orcad, PHP, Sybase, Eclipse, Java
453 - Aulas de Ingeniería	209 - Laboratorio de Redes y Comunicaciones	24	Configmaker, Packet tracer
453 - Aulas de Ingeniería	203 - Laboratorio Bases de Datos y programación	21	Netbeans, Eclipse, Power Designer, Java, Oracle, MySQL, Arena, Admon Unneuro, Unacol, Dev C++, MinGW, Packet tracer, Point base, HEC-HMS, Weka
453 - Aulas de Ingeniería	205 - Sala Linux	20	Software libre
453 - Aulas de Ingeniería	224 - Sala de Posgrados	30	Scilab, Octave Workshop, Latex, GIMP, R, JabRef
411 - Laboratorios de Eléctrica y Mecánica	103 - Laboratorio Microprocesadores	46	Packet tracer, Mplab IDE, MinGW, Eclipse, Octave Workshop, Wireshark, Electronics Workbench, Scilab
406 - Edificio IEI	104 - Sala de Posgrados del IEI	21	Autocad 2007, Scilab, Dev C++
401 - Edificio de Ingeniería	301 - Laboratorio Aplicaciones gráficas	47	Solid Edge 14, Autocad 2007
401 - Edificio de Ingeniería	201 - Sala de Programación, métodos numéricos y usuarios	38	Scilab, Dev C++, Octave Workshop, Idrisi, Compresor, Eclipse, Netbeans
407 - Dirección Postgrado Materiales y Procesos	201 - Sala CAD	20	Autocad 2007, Ansys
411 - Laboratorios de Eléctrica y Mecánica	202A - Laboratorio de Digital	12	Matlab, Proteus, Pspice, Xilinx, Labview
411 - Laboratorios de Eléctrica y Mecánica	104B - Sala de Usuarios	12	Proteus, Xilinx, Matlab, Labview

Fuente: Coordinación Salas de Computo Facultad de Ingeniería

- Sala de computadores

Se emplea en la adquisición y procesamiento de datos de las prácticas de control de procesos. Además, dispone del servicio de préstamo de tesis y revistas especializadas en el área de Ingeniería Química, constituyéndose en un centro de documentación. En la tabla 11.9 se presentan los equipos allí disponibles.

Por otra parte, es importante precisar que en todos los edificios de la Facultad de Ingeniería es posible el acceso a la red inalámbrica de la Universidad “wpeapunal”, y que todos los computadores ubicados en las aulas de clase mencionadas tienen también acceso a Internet a través de puntos de red dispuestos en cada una de las salas. De acuerdo con el ranking mundial

de Universidades en la Red, la Universidad Nacional de Colombia es la primera del país, vigésima de Latinoamérica y 594 a nivel mundial<sup>56</sup>.

**Tabla 11.8 Equipos de la sala de análisis y diseño de procesos del LIQ**

Equipo	Cantidad	Características	Software disponible
Computador	10	Toshiba Satellite M645-SP6001L, Intel Core I3 CPU M350@ 2.27 GHZ, RAM 4.00 GB, HD365 GB	Aspen Engineering Suite V7.1 <sup>®</sup> , Ansys 13.0 <sup>®</sup> , Superpro Designer V 8.5 <sup>®</sup> , Bryan Research & Engineering <sup>®</sup>
Computador	10	Lenovo Thinkpad, Intel Core I3 CPU M380@ 2.53 GHZ, 4.00 GB, HD455 GB	
VIDEO-PROYECTOR		EPSON 81P	
TELÓN		DRAPPER ALTO 1.89 FRENTE 1.78	

Fuente: Coordinación de la Sala de Análisis y Diseño de Procesos

**Tabla 11.9 Equipos sala de computadores del LIQ**

Equipo	Cantidad	Características	Software disponible
Computador	6	Dell Pentium 2.99 GHz, 0.99 B Ram, 80 GB Disco duro	Matlab, Scilab, Office 2007, Aspen Plus <sup>®</sup>
Computador	8	Procesador AMD Athlon 2.39 GHz, 960 MB RAM	

Fuente: Coordinación Sala de Computadores

79% de los estudiantes y 77% de los egresados consideran que los recursos informáticos son suficientes. Con respecto a su calidad, los estudiantes los califican en promedio con 4.1, mientras que los egresados los hacen con 3.7, lo que insinúa el esfuerzo de la Universidad en la actualización de los mismos.

### 11.3 Fuentes de financiación y presupuesto

Con base el Artículo 86 de la Ley 30 de 1992, para su funcionamiento e inversión la Universidad Nacional de Colombia recibe aportes del presupuesto nacional “que significan un incremento en pesos constantes” con relación a la vigencia anterior, y puede recibir también unos excedentes que dependen del comportamiento del PIB, como lo establece el Artículo 87 de la misma Ley. Sin embargo, la insuficiencia de recursos, objeto de análisis y debate, ha sido señalada claramente ante la comunidad por el mismo Rector de la Universidad, quien en compañía de varios rectores de universidades públicas han tratado de convencer al gobierno “de

<sup>56</sup> Consultar [http://www.webometrics.info/top100\\_continent\\_es.asp?cont=latin\\_america](http://www.webometrics.info/top100_continent_es.asp?cont=latin_america)

que ese presupuesto congelado desde 1993 debe ser aumentado significativamente porque los costos de la educación superior de calidad, y de los esfuerzos que ha hecho la Universidad Pública crecen muy por encima del IPC<sup>57</sup>. Dos meses después reiteraba el señor Rector: “Todas las universidades del Sistema Universitario Estatal están en una situación parecida derivada de los presupuestos del gobierno, los cuales se ajustan con el IPC mientras los costos crecen muy por encima de él. Seguiremos tomando todas las acciones que sean necesarias para corregir cuanto antes esta situación, pero tenemos perfecta claridad que es el momento de plantearle al país una discusión seria y profunda, con los mejores argumentos de la academia, sobre el futuro de la educación superior pública y su papel en el desarrollo de la sociedad colombiana”<sup>58</sup>. Consecuencia de lo anterior, y motivo también de análisis y debate, es la participación creciente de los Recursos Propios en el presupuesto de la Universidad Nacional, que desde hace algunos años merodea el 50%.

Las fuentes de financiamiento de la Universidad Nacional de Colombia son dos: los recursos provenientes de los aportes del Presupuesto Nacional, en los términos establecidos por la Ley 30 de 1992 en sus Artículos 86 y 87, y los recursos propios, conformados por la venta de bienes y servicios de pregrado, el recaudo a través de la estampilla y otros ingresos. La tabla 11.10 presenta el porcentaje de aporte del Estado al financiamiento de la Universidad entre 2006 y 2010. El Plan Global de Desarrollo de la Universidad proyecta una inversión total de 242,896 millones de pesos para el “Plan de Acción 2010-2012”<sup>59</sup>.

Las Resoluciones 344 de 2004 y 226 de 2005 de la Rectoría establecen el manejo interno de las inversiones en la Universidad<sup>60, 61</sup>. Para la vigencia 2011, el presupuesto de la Universidad, establecido en la Resolución 1747 de 2010 de la Rectoría General, fue \$1.094.014.613.639.

**Tabla 11.10 Porcentaje de aporte del estado al financiamiento de la Universidad<sup>62</sup>**

Concepto	Año				
	2006	2007	2008 <sup>63</sup>	2009 <sup>64</sup>	2010 <sup>65</sup>
<b>Aporte del Estado</b>	74.9	75.6	57.6	56.4	56.5
<b>Presupuesto total (millones de \$)</b>	938,434	987,362	969,172	1,076,718	1,122,7796

<sup>57</sup> Rectoría, comunicado número 06 a la comunidad universitaria, Bogotá, 21 de septiembre de 2009.

<sup>58</sup> Rectoría, comunicado número 09 a la comunidad universitaria, Bogotá, 17 de noviembre de 2009.

<sup>59</sup> Oficina Nacional de Planeación de la Universidad Nacional de Colombia, Anexo 1, Plan de Acción Institucional 2010-2012

<sup>60</sup> Rectoría general, Resolución 344 de 2004, consultada el 17 de marzo de 2010, disponible en [http://www.unal.edu.co/gerencia\\_finad/tesoreria/docs/Res\\_Rectoria\\_344\\_abril\\_12\\_2004-1.pdf](http://www.unal.edu.co/gerencia_finad/tesoreria/docs/Res_Rectoria_344_abril_12_2004-1.pdf)

<sup>61</sup> Rectoría general, Resolución 226 de 2005, consultada el 17 de marzo de 2010, disponible en [http://www.unal.edu.co/gerencia\\_finad/tesoreria/docs/Resol\\_Rectoria\\_226\\_2005.pdf](http://www.unal.edu.co/gerencia_finad/tesoreria/docs/Resol_Rectoria_226_2005.pdf)

<sup>62</sup> Universidad Nacional de Colombia, Informe de autoevaluación con fines de Acreditación Institucional, septiembre de 2008, consultado el 17 de marzo de 2010, disponible en [http://www.unal.edu.co/diralpre/paginas/autoevaluacion/paginas/documentos\\_apoyo.htm](http://www.unal.edu.co/diralpre/paginas/autoevaluacion/paginas/documentos_apoyo.htm)

<sup>63</sup> Rectoría general, Resolución 1705 de 2007, consultada el 17 de marzo de 2010, disponible en [http://www.unal.edu.co/gerencia\\_finad/presupuesto/docs/Res\\_Rectoria\\_1705\\_2007\\_Presupuesto\\_2008.pdf](http://www.unal.edu.co/gerencia_finad/presupuesto/docs/Res_Rectoria_1705_2007_Presupuesto_2008.pdf)

<sup>64</sup> Rectoría General, Resolución 1987 de 2008

<sup>65</sup> Ibídem

El Presupuesto de la Facultad de Ingeniería proviene de los ingresos por derechos académicos de los estudiantes de posgrado, de los proyectos de extensión y de investigación, de la venta de servicios académicos y de la venta de servicios a través de sus laboratorios. La Unidad Administrativa de la Facultad y el Decano proyectan anualmente el presupuesto con base en el registro histórico de los ingresos. Este proyecto se presenta para aprobación por parte del Consejo de Facultad. En la tabla 11.11 se presentan los presupuestos de la Facultad entre 2006 y 2010.

**Tabla 11.11 Presupuesto de la Facultad de Ingeniería, en millones de pesos, y participación porcentual según fuente**

Total	Año				
	2006	2007	2008	2009	2010
Aporte de los Posgrados (%)	27,133	24,430	22,578	29,072	32,122
Aporte de Programas y Proyectos de Investigación (%)	6.7	11.4	7.6	10.0	11.3
	40.2	39.7	9.7	6.3	9.0

Fuente: Reportes de Presupuesto de la Facultad de Ingeniería (Sistema Quipu). Cálculos propios. El 100% se completa con el presupuesto de la Universidad.

El Área Curricular y el Departamento tienen presupuestos independientes. El del Área depende de sus ingresos y se invierte en dos rubros generales: el correspondiente a los programas, que incluye remuneración por servicios técnicos, compra de equipo, materiales y suministros, viáticos y gastos de viaje, entre otros, y el que corresponde a los aportes a la Dirección Académica de la sede y a la Facultad.

El presupuesto del Departamento depende de los ingresos del Laboratorio de Ingeniería Química y de los aportes del Área Curricular a la Facultad, y se invierte en tres rubros principales: los servicios personales indirectos asociados a contratos, programas y proyectos; la adquisición de bienes, que incluye equipos, materiales y suministros para el funcionamiento de los laboratorios y las aulas; y la contratación de servicios, que considera el mantenimiento de equipos, así como los viáticos y gastos de viaje, entre otros. La tabla 11.12 presenta los presupuestos del Área Curricular y del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental entre 2006 y 2010.

El Presupuesto del Área Curricular para 2011 fue \$387,582,820 y el del Departamento \$140.000.000. Los presupuestos se consignan en Resoluciones de la Decanatura y hacen parte del sistema Quipu.

**Tabla 11.12 Presupuesto asignado al Área Curricular y al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, en millones de pesos y participación porcentual según rubro.<sup>66</sup>**

Unidad Básica	Año				
	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Área Curricular</b>					
<b>Presupuesto</b>	157,421	87,960	214,027	416,030	449,660
Aportes a la Dirección Académica y a la Facultad (%)	64.2	75.1	82.4	83.7	81.2
Inversión en los Programas (%)	35.8	24.9	17.6	16.3	18.8
<b>Departamento</b>					
<b>Presupuesto</b>	74,509	125,158	166,502	138,390	
Servicios Personales (%)	6.4	26.8	22.2	12.5	
Adquisición de Bienes (%)	71.3	53.6	66.8	70.6	
Adquisición de Servicios (%)	22.3	19.6	11.0	16.9	

Los recursos provenientes de la Nación se invierten en los denominados gastos de funcionamiento y en inversión. Los gastos de funcionamiento incluyen los del personal docente y administrativo; los gastos generales, representados principalmente en la adquisición de bienes y servicios y el pago de impuestos, tasas, y multas; y, por último, las transferencias corrientes, conformadas por las transferencias por convenios con el sector privado, las transferencias al sector público y otras<sup>67</sup>.

Estos recursos están garantizados, como se mencionó, por la Ley 30 de 1992, en sus Artículos 86 y 87, que establecen que los presupuestos de las universidades nacionales, departamentales y municipales estarán constituidos por aportes del Presupuesto Nacional para funcionamiento e inversión, por los aportes de los entes territoriales y por los recursos y rentas propias de cada institución.

Las universidades estatales u oficiales recibirán anualmente aportes de los presupuestos nacional y de las entidades territoriales, que signifiquen siempre un incremento en pesos constantes, tomando como base los presupuestos de rentas y gastos, vigentes a partir de 1993 y que, a partir del sexto año de la vigencia de la Ley, es decir desde 1999, el Gobierno Nacional incrementará sus aportes para las universidades estatales u oficiales en un porcentaje no inferior al 30% del incremento real del Producto Interno Bruto. Este incremento se efectuará de conformidad con los objetivos previstos para el Sistema de Universidades Estatales u Oficiales y en razón al mejoramiento de la calidad de las instituciones que lo integran<sup>68</sup>.

<sup>66</sup> Información tomada del Sistema Quipu, suministrada por la Asistencia Administrativa de la Facultad de Ingeniería

<sup>67</sup> Universidad Nacional de Colombia, Informe de autoevaluación con fines de Acreditación Institucional, septiembre de 2008, consultado el 17 de marzo de 2010, disponible en [http://www.unal.edu.co/dimalpre/paginas/autoevaluacion/paginas/documentos\\_apoyo.htm](http://www.unal.edu.co/dimalpre/paginas/autoevaluacion/paginas/documentos_apoyo.htm)

<sup>68</sup> Congreso de Colombia, Ley 30 de 1992, Diario Oficial. año CXXVIII. n. 40700. 29, diciembre, 1992, página 4.

Los recursos para inversión se destinan a proyectos de investigación, desarrollo y soporte institucional, que se encuentren consignados en el Plan Global de Desarrollo vigente. Los recursos propios se destinan a gastos de funcionamiento, principalmente gastos generales y transferencias corrientes.

Con los Presupuestos del Área Curricular y del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental se cubren los gastos de funcionamiento de las dos dependencias, se apoya la movilidad de los estudiantes y de los profesores, se compran los materiales y suministros para el normal funcionamiento de los laboratorios y se invierte en equipos para mejorar la infraestructura de estos últimos, de los salones y de los edificios.

88% de los profesores del programa considera que los recursos financieros asignados al programa no son suficientes.

#### **11.4 Gestión del programa**

El Acuerdo 11 de 2005 del Consejo Superior Universitario, en el artículo 42, establece, entre otras, que la función principal de los Directores de las Áreas Curriculares es “apoyar al Decano y al Vicedecano en el diseño, programación, coordinación y evaluación de los programas curriculares de la Facultad”. Además, “Deben velar por la calidad de los programas, por el mejoramiento de la docencia y del trabajo académico de los estudiantes, la innovación pedagógica y, en general, por la ejecución de las políticas que sobre la docencia formule la Vicerrectoría Académica”. El artículo 43 del mismo Acuerdo reglamenta las funciones del Comité Asesor de Posgrado. El Acuerdo 14 de 2007 define el organigrama de la Facultad de Ingeniería y ratifica las funciones.

La difusión del programa se hace a través de las páginas web de la Universidad, de la Facultad de Ingeniería y del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. La difusión del proceso de admisión se hace a través de la página de la Dirección Nacional de Admisiones, quienes además publican un aviso de prensa con los programas que tendrán admisión en el siguiente periodo académico. La mejor forma de difundir el programa es a través de los productos académicos del mismo, en especial de las presentaciones en eventos académicos, que son apoyados en la medida de las posibilidades por la Dirección del Área Curricular. Así mismo, Unimedios, a través de sus diferentes medios de comunicación: Agencia de Noticias, UN Periódico, Radio Universidad Nacional y Prisma TV, divulga los resultados de las investigaciones del programa.

Los cargos académico-administrativos del programa son:

Dirección del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental

Coordinación del Programa de Doctorado en Ingeniería Química – Ingeniería Química

Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental

Además, se cuenta con el personal auxiliar de bibliotecas, laboratorios y servicios académicos, cuya descripción, con énfasis en la Biblioteca de Ciencia y Tecnología, el Laboratorio de Ingeniería Química y las dependencias administrativas del Programa y el Departamento, se hace a continuación.

a) Personal Auxiliar de las Bibliotecas

La Universidad Nacional de Colombia, como se planteó, cuenta con un Sistema Nacional de Bibliotecas (Sinab), que unifica, organiza y facilita la consulta de todo el acervo bibliográfico de la Institución en todas sus sedes; además, gestiona y protege los acuerdos interinstitucionales que permiten el intercambio bibliográfico, la adquisición de nuevo material y el acceso a bases de datos especializadas. Para cumplir con esta tarea, el Sinab cuenta con personal especializado y adecuadamente entrenado en la administración y manejo de bibliotecas, como se presenta en la tabla 11.13.

**Tabla 11.13 Personal del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia**

Cargo	Nivel de Formación	DNBB	Amazonia	Bogotá	Caribe	Manizales	Medellín	Orinoquia	Palmira	Total
<b>Director</b>	Maestría	1								1
<b>Jefe de División</b>	Especialización		1	1	1	1	1	1	1	7
<b>Jefe de Sección</b>	Especialización			2						2
<b>Jefe de Unidad</b>				1						1
<b>Profesional especializado</b>	Especialización	2		3						5
<b>Profesional universitario</b>		4		22		2	11			39
<b>Técnico</b>			1	18		10	1		2	32
<b>Auxiliar</b>				61		9	24	1	2	97
<b>Operario</b>				5				1	6	12
<b>Secretaria</b>		1		1			2			4
<b>Total</b>		8	2	114	1	22	40	2	11	200

La dedicación horaria de este personal está reglamentada por la Resolución 3368 de octubre 30 de 2009, de la Vicerrectoría de la Sede Bogotá, “por la cual se establecen los turnos en la jornada de trabajo de la Dirección de bibliotecas de la Sede Bogotá” y la Resolución modificatoria 3431 de noviembre 9 de 2009, “por la cual se modifica y aclara la resolución 3368”.

b) Personal auxiliar del Departamento y el Área

El personal auxiliar del Departamento y del Laboratorio de Ingeniería Química, está conformado por 8 empleados administrativos, quienes están directamente relacionados con los cerca de 1250 estudiantes del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental. Hasta mediados de 2010 el número fue 7, pero desde esa época la Facultad tomó la decisión de incorporar un auxiliar que hace las veces de sustanciador del Comité Asesor de los Programas de Posgrado. Aunque el número de estudiantes se ha incrementado, el personal de apoyo ha permanecido casi constante en los últimos 10 años, Sin embargo, debe considerarse también el resto del personal administrativo de la Facultad, cuyas funciones benefician a los estudiantes del programa.

La tabla 11.14 muestra la evolución del nivel de formación de los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental desde 2005. Puede observarse el continuo aumento del número de profesores con título de doctor. La relación entre el número de estudiantes y el número de profesores del programa ha fluctuado entre 3 en 2005 y 1.1 en 2011.

**Tabla 11.14 Formación académica del personal docente del Departamento de Ingeniería Química de acuerdo con el título de mayor nivel, periodo 2005 a 2011<sup>69</sup>.**

Periodo Académico	Número de docentes y porcentaje	Nivel de Formación			
		Profesional	Especialista	Magíster	Doctor
2011	Número	3	2	18	17
	Porcentaje (%)	7.5	5	45	42.5
2010	Número	5	2	22	13
	Porcentaje (%)	11.9	4.8	52.4	31.0
2009	Número	5	2	21	12
	Porcentaje (%)	12.5	5.0	52.5	30.0
2008	Número	6	3	22	13
	Porcentaje (%)	13.6	6.8	50.0	29.5
2007	Número	6	3	21	10
	Porcentaje (%)	15.0	7.5	52.5	25.0
2006	Número	5	4	24	8
	Porcentaje (%)	12.2	9.8	58.5	19.5
2005	Número	7	3	22	5
	Porcentaje (%)	18.9	8.1	59.5	13.5

<sup>69</sup> Información generada a partir de la suministrada por la Dirección Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

En la tabla 11.15 se presenta la apreciación del personal administrativo por parte de profesores y estudiantes (que evalúan el personal actual), y la de los egresados (que en su mayoría evalúan el personal administrativo anterior a 2009). La calificación promedio es 4.2, siendo la más alta, 4.4, para el Director del Área Curricular, y la más baja, 3.8, para las secretarías.

**Tabla 11.15 Apreciación del personal administrativo del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química**

<b>Evaluadores</b>	<b>Director del Área</b>	<b>Director del Departamento</b>	<b>Coordinador del programa</b>	<b>Secretarías</b>
Estudiantes	4,2	4,1	3,7	4,1
Profesores	4,7	4,6	4,3	3,6
Egresados	3,9	4,1	4,0	4,0

### **11.5 Preguntas de análisis**

#### **¿Por qué razones el factor logró la calificación respecto de su tope total?**

El Programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química cuenta con aulas y laboratorios adecuados para desarrollar las actividades que le competen. Los equipos e insumos disponibles en el Laboratorio de Ingeniería Química y, en general, en las diferentes Facultades e Institutos que integran la Universidad y con los cuales se intercambian servicios, posibilitan el desarrollo de la docencia, la investigación y la extensión, y permiten la participación activa de los estudiantes.

La entrada en funcionamiento del Edificio de Ciencia y Tecnología, impactó positivamente los indicadores de este componente.

Adicionalmente, con el propósito de fomentar el desarrollo y la utilización de material didáctico apropiado por parte de los profesores, así como la presentación de trabajos por parte de los estudiantes, se considera conveniente mejorar la dotación de algunas de las aulas de uso exclusivo del Programa, labor que avanza de acuerdo con el plan de mejoramiento del Departamento y del Área.

Las instalaciones de las Bibliotecas al servicio de los estudiantes y profesores del programa son apropiadas. La entrada en funcionamiento en 2008 de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología, y en 2009 de la Biblioteca Central, luego de su modernización, impactaron positivamente los criterios e indicadores asociados a este componente. El número de suscripciones a revistas,

bases de datos y libros electrónicos es suficiente. Los estudiantes y profesores pueden acceder a través del portal de Internet del Sinab a los diferentes servicios de las Bibliotecas.

Por otra parte, el servicio de conmutación bibliográfica con diversas instituciones nacionales e internacionales permite a los miembros de la comunidad académica obtener, en forma gratuita, documentos que no se encuentran en el sistema local.

La comunidad académica del Programa, además de los equipos e instalaciones de la Planta Piloto, cuenta con los laboratorios de Instrumental, Polímeros, Combustibles y Lubricantes, Termodinámica, Catálisis y Bioprocesos, ubicados en el LIQ, como también con instalaciones de otros laboratorios de la Facultad de Ingeniería, de otras Facultades (como la de Ciencias), de otras sedes (como los equipos robustos de la Sede Manizales), de Institutos (como el IBUN y el ICTA) y de Centros (como el CEIF), para el desarrollo de múltiples actividades asociadas con el programa, la investigación y la extensión. El número y diversidad de equipos crece continuamente, producto principalmente del trabajo de profesores, estudiantes y personal de apoyo en proyectos de investigación. En general, se consideran apropiados los equipos así como las condiciones de seguridad industrial implementadas.

Una parte significativa del presupuesto del Departamento de Ingeniería Química se invierte en asegurar el adecuado funcionamiento del LIQ. Así mismo, los Planes de Desarrollo de la Universidad, la Sede y la Facultad contemplan presupuesto para su mejoramiento.

Los estudiantes pueden acceder a computadores en las diferentes salas de la Facultad de Ingeniería, incluidas las dos del LIQ. Aunque el número de computadores de la Universidad y de la Facultad es alto, conviene incrementarlo y, sobre todo, mejorar las estrategias de uso para que los estudiantes del Programa accedan a estos en condiciones tales que sea posible utilizar adecuadamente el software especializado en Simulación de Procesos.

#### **11.6 Conclusiones particulares respecto a la valoración del cumplimiento de la calidad del Factor 10**

La infraestructura disponible en la Universidad Nacional para las labores del programa es adecuada, pero debe actualizarse y fortalecerse. Con respecto al presupuesto, aunque está asegurado por la Ley 30, es un factor de preocupación el hecho de que paulatinamente se incrementa el porcentaje correspondiente a recursos propios de la Universidad, lo cual, entre muchas otras cosas, produjo la movilización de los estudiantes en contra de la reforma a la Ley Nacional de Educación el semestre anterior.

Los estudiantes y los profesores otorgan una calificación buena al personal académico-administrativo del programa.

La tabla 11.17 presenta la calificación de las características que constituyen este factor, con base en lo cual, la calificación del mismo es 9.0 sobre 10.

**Tabla 11.17 Calificación de las características del Factor 10: Recursos y Gestión.**

<b>Característica</b>	<b>Máxima calificación</b>	<b>Calificación</b>
Infraestructura física	3	2.8
Recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación	3	2.8
Fuentes de financiación y presupuesto	3	2.5
Gestión del programa	1	0.9



## 12. Conclusiones generales de la autoevaluación

La tabla 12.1 presenta la calificación de los factores de análisis del proceso de autoevaluación del programa de doctorado, obtenida a partir de la calificación de los indicadores y la ponderación de características y factores hecha por el equipo de autoevaluación.

**Tabla 12.1 Calificación de los factores del proceso de autoevaluación del programa de Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química.**

<b>Factor</b>	<b>Ponderación máxima</b>	<b>Calificación</b>	<b>Porcentaje de la calificación con respecto a la máxima ponderación</b>
Relación entre el Programa y el Proyecto Educativo Institucional	8	8.0	100
Estudiantes	10	8.9	89
Profesores	12	11.0	91
Procesos académicos	10	9.5	95
Investigación	12	10.2	85
Articulación con el medio	10	7.4	74
Internacionalización	10	8.6	86
Bienestar y ambiente institucional	8	6.1	76
Egresados	10	9.2	92
Recursos y Gestión	10	8.9	89

La calificación del programa es 88, valor que demuestra que el programa cumple en alto grado los estándares de calidad establecidos para este proceso de autoevaluación. A continuación se hace un análisis de cada uno de los factores:

### *12.1 Relación entre el Programa y el Proyecto Educativo Institucional*

La relación entre el Programa y el Proyecto Educativo Institucional es total, y los miembros de la comunidad académica consideran que los objetivos del Programa son coherentes con los de la Institución.

### *12.2 Estudiantes*

El programa hace una selección rigurosa de sus aspirantes a través de un proceso de admisión definido claramente por la Institución. Realiza diferentes acciones para que sus egresados

tengan el perfil propuesto en el tiempo previsto: para el estudiante de doctorado, las tesis, que se enmarcan dentro de proyectos de investigación, implican formular una propuesta, plantear una hipótesis, realizar el trabajo necesario para comprobarla, escribir el documento correspondiente y sustentarlo ante un jurado compuesto por profesores del programa e investigadores externos, uno de los cuales debe ser extranjero.

Los profesores del programa fomentan tesis en las que se abordan problemas propios de la realidad nacional en el contexto de la industria química, y el programa estimula a sus estudiantes para que realicen una pasantía internacional. Adicionalmente, se apoya la presentación de trabajos en eventos nacionales e internacionales.

Uno de los principales retos del programa es reducir el tiempo en el que sus estudiantes obtienen el título. Con este propósito, la Universidad ha establecido un conjunto de normas que pretenden asegurar controles en diversas etapas, y el Comité Asesor hace seguimiento al desempeño de los estudiantes con herramientas que le permiten contar con información acerca del desempeño de los estudiantes en cada periodo académico.

### ***12.3 Profesores***

Los profesores del programa están comprometidos con la calidad del mismo, y son valorados positivamente por parte de estudiantes y egresados. La Universidad cuenta con los mecanismos y herramientas para brindar oportunidades de desarrollo para sus docentes, las cuales han sido aprovechadas por los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental y, en particular, por los vinculados al programa.

Es necesario complementar la formación profesional e investigativa de los docentes a través de planes de capacitación, con énfasis en docencia universitaria. Conviene, también, reactivar la unidad de apoyo a la docencia en la Facultad.

### ***12.4 Procesos Académicos***

El programa cuenta con los mecanismos e instrumentos para hacer seguimiento de sus procesos académicos. La cultura de la evaluación es fundamental en la Universidad Nacional, y se ejerce por parte de los profesores con sus estudiantes, y viceversa, por los profesores con el personal académico-administrativo y por los jefes directos sobre el personal administrativo, entre otros.

### ***12.5 Investigación***

La comunidad académica del Programa de Ingeniería Química participa, a través de convocatorias, en proyectos de investigación financiados principalmente por entidades de carácter público. La Universidad Nacional de Colombia apoya decididamente la investigación a través de la financiación de proyectos propios y aportando las contrapartidas de aquellos que lo requieren cuando la financiación es externa. Las líneas de acción en investigación se definen de acuerdo con las fortalezas de los profesores que integran la planta docente, procurando un buen grado de sintonía con problemas reales locales, regionales o nacionales, o con políticas gubernamentales.

A pesar de los avances logrados por profesores y estudiantes en los últimos años, es necesario implementar acciones para aumentar la producción científica y tecnológica de la comunidad académica del programa, especialmente en lo referente a artículos, libros, patentes y otros registros, y multiplicar los vínculos con el sector productivo para garantizar que un mayor número de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico se conviertan en innovaciones.

### ***12.6 Articulación con el medio***

La comunidad académica del programa participa en proyectos de investigación y extensión financiados por entidades de carácter público o privado, a través de proyectos, contratos, convenios, pasantías estudiantiles y servicios de laboratorio.

Es necesario generar un número mayor de actividades de extensión que ayuden a estrechar los vínculos con el sector productivo y que luego se traduzcan en proyectos de investigación y desarrollo. Es absolutamente indispensable incrementar la relevancia de los productos de investigación de los profesores y estudiantes del programa.

### ***12.7 Internacionalización***

El programa, desde sus inicios, ha mantenido importantes relaciones internacionales, principalmente con universidades europeas, que han permitido el desarrollo de tesis, proyectos de investigación y firmas de convenios.

### ***12.8 Bienestar y ambiente institucional***

Los profesores y estudiantes del programa han sido beneficiarios de los diferentes programas de bienestar que ofrece la Universidad. En particular, la Institución favoreció a la mayoría de los hoy egresados con becas o apoyos económicos. De acuerdo con la opinión de la comunidad académica, deben buscarse mecanismos para mejorar el impacto de la divulgación que se hace de las políticas y acciones que fomentan el bienestar.

### ***12.9 Egresados***

Los egresados del programa interactúan con la sociedad a través de su desempeño profesional. La mayoría de ellos son docentes en diferentes universidades y generan productos académicos de índole variada. A pesar de las políticas y acciones que buscan fomentar la interacción de los egresados con la Universidad, se debe trabajar para que este vínculo sea aún más cercano y efectivo.

### ***12.10 Infraestructura y gestión***

El programa cuenta con aulas, laboratorios y bibliotecas adecuados para desarrollar las actividades asociadas con el plan de estudios. Los equipos e insumos disponibles en el Laboratorio de Ingeniería Química y, en general, en las diferentes Facultades e Institutos que integran la Universidad y con los cuales se intercambian servicios, posibilitan el desarrollo de la docencia, la investigación y la extensión, y permiten la participación activa de los estudiantes. A pesar de lo anterior la infraestructura debe actualizarse y fortalecerse.

Con respecto al presupuesto, aunque está asegurado por la Ley 30, es un factor de preocupación el hecho de que paulatinamente se incrementa el porcentaje correspondiente a recursos propios de la Universidad, lo cual, entre muchos otros motivos, dio lugar a la movilización de los estudiantes en contra de la reforma a la Ley Nacional de Educación el semestre anterior.

### 13. Plan de mejoramiento del Área Curricular y del Departamento de ingeniería Química y Ambiental

Tabla 13.1 Planes de mejoramiento del Departamento y del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental de la sede Bogotá

Línea de Acción	Proyecto	Objetivos	Responsable	Indicador	Fecha	Presupuesto estimado en millones de pesos
Formación de excelencia	Sistema de autoevaluación y seguimiento de la calidad académica de la Universidad Nacional de Colombia	Realizar la primera evaluación del Programa de Pregrado en Ingeniería Química luego de la reforma, hacerle seguimiento y, de ser necesario, realizar ajustes para cumplir con los objetivos del Programa y el perfil del egresado	Dirección del Área y Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de evaluación</li> <li>• Propuestas de mejoramiento</li> <li>• Implementación de las propuestas de mejoramiento</li> </ul>	Diciembre de 2012	\$30 <sup>70</sup>

<sup>70</sup> Tiempo de los profesores que participarán en la evaluación. Se estiman 640 horas de trabajo.

Línea de Acción	Proyecto	Objetivos	Responsable	Indicador	Fecha	Presupuesto estimado en millones de pesos
Formación de excelencia	Universidad permanente interdisciplinaria, multicultural e innovadora	Realizar actividades académicas extracurriculares que mejoren las habilidades gerenciales, administrativas, de mercadeo, y que fomenten el liderazgo de los estudiantes de los diferentes programas del Área	Dirección del Área y Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seminario del Departamento de 2013 en temas empresariales</li> <li>Cursos, seminarios y charlas de liderazgo, marketing, innovación y creación de empresas</li> </ul>	Durante 2013  Desde enero de 2013	Ver nota <sup>71</sup>
Formación de excelencia	Universidad permanente interdisciplinaria, multicultural e innovadora	Evaluar alternativas para otorgar doble titulación a estudiantes del Área Curricular	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documento de evaluación</li> <li>Propuestas de mejoramiento</li> </ul>	Diciembre de 2012	\$7 <sup>72</sup>
				Implementación de las propuestas de doble titulación	Diciembre de 2012	

<sup>71</sup> El Seminario del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental es una actividad institucional con más de 10 años de tradición, que implica recursos en medios de comunicación y auditorios de la Universidad y, especialmente, en el tiempo de los docentes.

<sup>72</sup> Tiempo de los profesores que participarán en la evaluación. Se estiman 160 horas de trabajo.

<b>Línea de Acción</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Presupuesto estimado en millones de pesos</b>
<b>Formación para la excelencia</b>	Desarrollo de la Planta Docente de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, 2012-2015	Aumentar el número de docentes con formación doctoral.	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Incremento del porcentaje de profesores con doctorado a 57% de la planta docente Diciembre de 2013		Ver nota <sup>73</sup>
		Incrementar el porcentaje de profesores con formación de doctor hasta el 57% al finalizar 2013				
<b>Formación para la excelencia</b>	Desarrollo de la Planta Docente de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, 2010-2012	Elaborar un programa para que los profesores tomen oportunamente el año sabático.	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Plan de años sabáticos	Mayo de 2012	Ver nota <sup>74</sup>
				Profesores que toman el año sabático oportunamente	A partir de enero de 2011	
				Informe final de actividades en el año sabático		

<sup>73</sup> Implica que el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental asuma el programa de trabajo de los profesores en Comisión de estudios.

<sup>74</sup> Implica que el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental asuma el programa de trabajo de los profesores en comisión de estudios.

<b>Línea de Acción</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Presupuesto estimado en millones de pesos</b>
<b>Formación para la excelencia</b>	Desarrollo de la Planta Docente de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, 2010-2012	Reactivar del Grupo de Apoyo a la Actividad Pedagógica de la Facultad de Ingeniería	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental y Vicedecanatura Académica de la Facultad de Ingeniería	Plan de acción  Informes de avance de actividades del Grupo de Apoyo a la Actividad Pedagógica	Junio de 2012	\$10 <sup>75</sup>
<b>Formación para la excelencia</b>	Sistema nacional de bibliotecas sede Bogotá 2010 -2012: información de vanguardia para la ciencia y la tecnología	Coordinar con el SINAB acciones tendientes a incrementar y actualizar el acervo bibliográfico asociado a los Programas del Área	Dirección del Área y de Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Número de volúmenes, títulos y bases de datos asociados al Programa	A partir de 2010	Ver nota <sup>76</sup>

<sup>75</sup> Presupuesto estimado para el funcionamiento anual de este Grupo. No se incluye el tiempo de los profesores que liderarán el Grupo.

<sup>76</sup> Los recursos están asignados en el Plan de Acción 2010-2012 de la Universidad Nacional de Colombia, y corresponden a \$3,765 millones.

<b>Línea de Acción</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Presupuesto estimado en millones de pesos</b>
<b>Comunicación con la sociedad</b>	Conocimiento al servicio de la sociedad	Elaborar un proyecto para la identificación de necesidades de actualización profesional y seguir ofreciendo cursos de extensión orientados a la formación continua de profesionales en áreas relacionadas con la Ingeniería Química <sup>77</sup>	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Estudio de identificación de necesidades de actualización profesional	Diciembre de 2012	\$3 <sup>78</sup>
				Cursos de actualización profesional	A partir de septiembre de 2010	

<sup>77</sup> Se realizará a través de una encuesta a egresados, empleadores e ingenieros químicos en general.

<sup>78</sup> Corresponde al tiempo de los profesores que realizarán el proyecto.

<b>Línea de Acción</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Presupuesto estimado en millones de pesos</b>
<b>Ciencia, tecnología, innovación y creación artística</b>	Hacia la investigación de clase mundial en la sede Bogotá, 2011-2016	Incrementar en 20% el número de proyectos de investigación y de extensión entre 2011 y 2016, respecto al del periodo 2005-2010.  Promover propuestas de proyectos de investigación conjuntos con otras unidades académicas y con industrias químicas	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas de investigación</li> <li>• Proyectos de investigación aprobados, en desarrollo o finalizados</li> <li>• Proyectos de investigación conjuntos con otras unidades académicas o industrias químicas</li> </ul>	Enero de 2011 a diciembre de 2016	Ver nota <sup>79</sup>
<b>Desarrollo Institucional para promover la presencia en la Nación</b>	Modernización de la infraestructura física para el desarrollo misional y de bienestar de la sede Bogotá 2010-2012	Continuar apoyando a la Facultad y a la Universidad en los proyectos de planificación, construcción y dotación de nuevos laboratorios	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental  Dirección de Bienestar de la Facultad de Ingeniería	Espacios físicos para el desarrollo de las actividades de los programas del Área en tales laboratorios	A partir de septiembre de 2011	Ver nota <sup>80</sup>

<sup>79</sup> El incremento en el número de proyectos implica, necesariamente, un aumento en las contrapartidas. El cumplimiento de los objetivos se promoverá con base en el manejo del programa de trabajo de los profesores.

<sup>80</sup> El presupuesto de la Facultad de Ingeniería para la construcción del nuevo edificio de laboratorios es cercano a los \$25,000 millones.

<b>Línea de Acción</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Presupuesto estimado en millones de pesos</b>
Ciencia, tecnología, innovación y creación artística	Renovación tecnológica de los laboratorios de la sede Bogotá	Plantear el proyecto de modernización y actualización de los equipos del Laboratorio de Ingeniería Química	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Proyecto de modernización y actualización de la Sala de Análisis y Diseño de Procesos	Junio de 2012	\$40 <sup>81</sup>
				Implementación del proyecto	A partir de enero de 2012	
Comunicación con la sociedad	Visibilidad de la producción académica	Incrementar en 20% la publicación de libros o capítulos de libro.	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Incremento en el número de publicaciones de este tipo en 20%	Diciembre de 2015	Ver nota <sup>82</sup>
Comunicación con la sociedad	Visibilidad de la producción académica	Incrementar en 30% el número de artículos publicados en revistas nacionales e internacionales	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Cien artículos publicados, 58 en revistas internacionales	Entre enero de 2011 y diciembre de 2015	

<sup>81</sup> Suma del presupuesto anual que el Departamento y el Área invierten en compra de equipos.

<sup>82</sup> El incremento en el número de proyectos implica, necesariamente, un aumento en las contrapartidas. El cumplimiento de los objetivos se promoverá con base en el manejo del programa de trabajo de los profesores.

Línea de Acción	Proyecto	Objetivos	Responsable	Indicador	Fecha	Presupuesto estimado en millones de pesos
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Mejorar la tutoría académica que realizan los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Acciones para mejorar la tutoría académica	A partir de septiembre de 2010	Ver nota <sup>83</sup>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Continuar la implementación del sistema de acompañamiento, conjuntamente con la Dirección de Bienestar	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Implementación del sistema de acompañamiento	A partir de septiembre de 2010	Ver nota <sup>84</sup>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Realizar exámenes de evaluación transversal en ciencias básicas.  Incrementar en 20% el número de estudiantes que presentan la prueba	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Aplicación de las pruebas y estadísticas de los resultados	A partir de octubre de 2010	\$1.2 <sup>85</sup>
				20 estudiantes presentarán el examen	2012	

<sup>83</sup> Acciones para incentivar la comunicación entre tutores y estudiantes, que no implican recursos financieros.

<sup>84</sup> Ibid

<sup>85</sup> Presupuesto anual. Para el examen de 2010 la Dirección de Bienestar de la Facultad y la Dirección del Área Curricular invirtieron \$1 millón.

<b>Línea de Acción</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fecha</b>	<b>Presupuesto estimado en millones de pesos</b>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Continuar el proyecto CONFIE	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Informes del proyecto	A partir de septiembre de 2010	\$4 <sup>86</sup>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Reducir la deserción estudiantil del Programa de Ingeniería Química a 20%, manteniendo la deserción anual por debajo de 1%, para los cohortes entre 2005-2 y 2010-2.	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: deserción promedio de 25% para las cohortes 2005-2 a 2010-2	Febrero de 2016	Ver nota <sup>87</sup>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Reducir la permanencia de los estudiantes del programa de Ingeniería Química en promedio a 12.5 semestres	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: tiempo de permanencia promedio de 12.5 semestres	Febrero de 2016	Ver nota <sup>88</sup>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Mantener la permanencia promedio de los estudiantes del programa de Doctorado en Ingeniería – Ingeniería Química en 9 semestres	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: tiempo de permanencia promedio de 8.5 semestres	Febrero de 2016	Ver nota <sup>89</sup>

<sup>86</sup> Inversión del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental por semestre.

<sup>87</sup> Es el resultado del cumplimiento de los objetivos de los demás proyectos de sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente.

<sup>88</sup> Ibid

Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Reducir la permanencia de los estudiantes del programa de Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química en promedio a 4,7 semestres	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: tiempo de permanencia promedio de 5,2 semestres	Febrero de 2016	Ver nota <sup>90</sup>
Universidad para los estudiantes	Sistema de acompañamiento estudiantil, desempeño académico y evaluación docente	Reducir la permanencia de los estudiantes del programa de Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental en promedio a 4.5 semestres	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: tiempo de permanencia promedio de 4.9 semestres, desde 2010-III	Febrero de 2016	Ver nota <sup>91</sup>
Comunicación con la sociedad	Conocimiento al servicio de la sociedad	Realizar un proyecto de extensión solidaria en Pymes, con participación de los estudiantes en prácticas o pasantías para mejorar los procedimientos técnicos y administrativos	Dirección del Departamento y Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Propuestas del proyecto de extensión solidaria en Pymes	Junio de 2012	\$5 <sup>92</sup>
				Estudiantes realizando prácticas y pasantías en Pymes	A partir de julio de 2011	
Comunicación con la sociedad	Conocimiento al servicio de la sociedad	Realizar un proyecto de extensión solidaria para mejorar las condiciones socioambientales de grupos	Dirección del Departamento y Dirección del Área de	Propuesta del proyecto de extensión	Junio de 2013	\$5 <sup>93</sup>

<sup>89</sup> Ibid

<sup>90</sup> Ibid

<sup>91</sup> Ibid

<sup>92</sup> Tiempo del profesor que planteará el proyecto. Los estudiantes que hagan la práctica o la pasantía serán financiados por las empresas. La Universidad aporta el tiempo del profesor director.

<sup>93</sup> Ibid

				Desarrollo del proyecto	A partir de agosto de 2011	
<b>Comunicación con la sociedad</b>	Programa Egresados	Realizar las versiones VI, VII y VIII del Coloquio de Ingenieros Químicos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá cada dos años	Dirección de Departamento y Dirección de Área de Ingeniería Química y Ambiental	Coloquios de Ingenieros Químicos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá en 2011, 2013 y 2015	junio de 2012, noviembre de 2013, noviembre de 2015	\$5 <sup>94</sup>
<b>Comunicación con la sociedad</b>	Programa Egresados	Ampliar la participación de egresados en los Encuentros de Egresados de la Facultad	Dirección de Departamento y Dirección de Área de Ingeniería Química y Ambiental	Listado de egresados de Ingeniería Química en los encuentros de egresados	Agosto de cada año	\$50 <sup>95</sup>
<b>Comunicación con la sociedad</b>	Programa Egresados	Organizar un conversatorio bienal con empleadores, para analizar las fortalezas y debilidades de los Ingenieros Químicos egresados del Programa, en el desempeño	Dirección de Departamento y Dirección de Área de Ingeniería Química y Ambiental	Actas del evento e Inclusión de resultados en el seguimiento de la reforma del Programa	A partir del primer semestre de 2013 cada dos años	\$0.5 <sup>96</sup>

<sup>94</sup> Presupuesto por evento sin contar los ingresos por inscripciones. Serán aportados por el Área Curricular y el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

<sup>95</sup> Presupuesto aportado por la Facultad de Ingeniería para el V Encuentro de Egresados.

<sup>96</sup> Costo del evento anual.

Comunicación con la sociedad	Programa Egresados	Aplicar encuestas bienales para conocer la opinión de los egresados y los empleadores respecto al desempeño profesional y a la caracterización del Ingeniero Químico y de los profesionales con título de posgrado.	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Resultado de las encuestas	A partir de agosto de 2010, cada dos años	\$0.12 <sup>97</sup>
------------------------------	--------------------	---	--	----------------------------	---	----------------------

---

<sup>97</sup> Costo del uso de la herramienta para la aplicación y procesamiento de las encuestas.

<b>Internacionalización</b>	Movilidad de estudiantes	Promover, desde el Programa de Ingeniería Química, los intercambios estudiantiles internacionales e incrementar el número anual en 20%.	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Treinta intercambios estudiantiles por semestre para los programa de Ingeniería Química	Diciembre de 2012	\$27 <sup>98</sup>
		Promover las pasantías de los estudiantes de doctorado manteniendo el porcentaje de participación en el valor actual.		88% de los estudiantes de doctorado realizan pasantía	Diciembre de 2012	
		Aumentar el porcentaje a 15% de estudiantes de la maestría en ingeniería química que realizan pasantías internacionales.		9% de los estudiantes de la maestría en ingeniería química hacen pasantía.	Diciembre de 2013	
		Aumentar el porcentaje a 8% de estudiantes de la maestría en ingeniería ambiental que realizan pasantías internacionales.		3% de los estudiantes de la maestría en ingeniería química hacen pasantía.	Diciembre de 2013	
<b>Internacionalización</b>	Movilidad de estudiantes	Realizar intercambios de estudiantes extranjeros hacia los programas del Área.	Dirección del Área de Ingeniería Química y	Estadísticas del Programa: un estudiante de intercambio	Durante 2011	Ver nota <sup>99</sup>

<sup>98</sup> El presupuesto del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental para este rubro durante 2010 fue \$25,000,000 y el de la Facultad \$300,000,000. El valor corresponde al presupuesto anual del Área.

				Estadísticas del Programa: dos estudiantes de intercambio	Durante 2012	
				Estadísticas del Programa: tres estudiantes de intercambio	Durante 2013	
<b>Internacionalización</b>	Internacionalización Académica	Firmar un convenio internacional de doble titulación para el programa de Ingeniería Química y los programas de maestría.  Por lo menos dos estudiantes del programa de doctorado realizan el programa en doble titulación	Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Convenio internacional sobre doble titulación	Diciembre de 2012  Diciembre de 2015	Ver nota <sup>100</sup>

<sup>99</sup> El presupuesto del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental para este rubro durante 2010 fue \$25,000,000 y el de la Facultad \$300,000,000. El valor corresponde al presupuesto anual del Área.

<sup>100</sup> Implica como recursos el tiempo de los profesores que participarán en la consolidación del convenio.

<b>Internacionalización</b>	Movilidad de profesores e investigadores	Incrementar la movilidad internacional de profesores e incrementar el número actual, por año, en 20%	Dirección del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: número de desplazamientos internacionales de profesores	Diciembre de 2013	\$20 <sup>101</sup>
<b>Internacionalización</b>	Movilidad de profesores e investigadores	Promover la realización, cada año, de un curso del componente disciplinar del Programa ofrecido por un profesor visitante extranjero	Dirección del Departamento y Dirección del Área de Ingeniería Química y Ambiental	Estadísticas del Programa: un curso del componente disciplinar del Programa dictado por un profesor visitante extranjero	A partir de 2012	\$18 <sup>102</sup>

<sup>101</sup> El presupuesto del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental para el año 2010 fue \$19,000,000.

<sup>102</sup> Recursos del Área, del Departamento, de las Vicedecanatura de Investigación y Extensión y de la Vicerrectoría de Investigación.